

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTET 7

1910



MITTEILUNGEN
AUS DER FORSTLICHEN VERSUCHSANSTALT
SCHWEDENS

7. HEFT



INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

INHALT.

	Sid.
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1909.	
Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1909.	
I. Skogsafdelningen (Forstliche Abteilung).....	I
II. Botaniska afdelningen (Botanische Abteilung)	3
GUNNAR SCHOTTE: Skogsträdens frösättning hösten 1909.....	5
Die Samenernte der Waldbäume von Schweden im Herbst 1909 (I—II)	
HENRIK HESSELMAN: Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor I ..	25
Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefern- heiden I (III—VIII)	
GUNNAR SCHOTTE: Om färgning af skogsfrö i syfte att utmärka utländsk vara	69
Über die Färbung des Forstsamens zur Unterscheidung ausländischer Ware (IX—XII)	
HENRIK HESSELMAN: Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet.....	91
Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes (XIII—XVI)	
TORSTEN LAGERBERG: Om gråbarrsjukan hos tallen, dess orsak och verkningar I, II.....	127
Die Hypodermella- Krankheit der Kiefer und ihre Bedeutung (XVII—XXII)	
NILS SYLVÉN: Material för studiet af skogsträdens raser.....	
Material zur Erforschung der Rassen der schwedischen Waldbäume	
10. Några svenska tallformer	174
10. Einige schwedische Kiefernformen (XXIII—XXVI)	
GUNNAR SCHOTTE: Skogsträdens frösättning hösten 1910.....	195
Die Samenernte der Waldbäume von Schweden im Herbst 1910 (XXVII—XXVIII)	
NILS SYLVÉN: Om pollineringsförsök med tall och gran	219
Über Selbstbestäubungsversuche mit Kiefer und Fichte (XXIX—XXX)	
GUNNAR SCHOTTE: Om betydelsen af fröets hemort och moder- trädets ålder vid tallkultur	229
Über die Bedeutung der Samenprovenienz und des Alters des Mutterbaumes bei Kiefernkultur (XXXI—XXXII)	

Studier öfver de norrländska tallhedarnas för- yngringsvillkor.

Af HENRIK HESSELMAN.

I.

Tallhedarna utgöra ett af den norrländska skogsvegetationens mest karaktäristiska växtsamhällen. Det gråa, täta laftäcket, de spridda, magra risen, det ofta glesa och något ojämna trädbeståndet, som tillåter en flod af ljus att strömma ned på marken, skapa tillsammans en mycket utpräglad vegetationsbild. I tallheden kan man aldrig tala om skogens dunkel eller skogens svalka. Äfven när trädbeståndet blir som mest slutet, hör tallheden till de skogstyper, som endast kasta en svag skugga, och en varm sommardag känns i tallheden ännu varmare än på det öppna fältet, tack vare det från det hvita laftäcket rikligt återkastade värmnet.

Dessa redan vid ytligt betraktande framträdande särdrag hos tallheden utgöra ett uttryck för de yttre villkor, under hvilka tallen på dessa marker bildar bestånd. Den låga sommartemperaturen och den karga marken göra, att tallen för sin trefnad mer än vanligt fordrar tillgång på rikligt ljus. Då ljuset i öfre Norrland därtill är svagare än i sydligare trakter, ehuru belysningstiden under vegetationsperioden är lång, ställer sig beståndet i regel glest. Ljusbehofvet tar sig också ett uttryck i de i jämförelse med södra Sveriges tallformer ljusa och lätta kronorna, ehuru barren sitta kvar längre än i Sydsverige.

Trots tallens stora ljusbehof lider dock föryngringen i högsta grad, om tallhedarna genom oförsiktig eller hänsynslös afverkning blifva starkt glesställda. Ojämna, mer eller mindre uthuggna tallhedar ha i synnerhet i öfre Norrland en mycket vidsträckt utbredning. De täcka stora arealer, men förete på dessa en på det hela taget mycket enhetlig och enformig bild. I regel finns det godt om tallplantor på marken, men dessa ha föga kraft att utveckla sig, och de allra flesta gå förr eller senare under. Endast en eller annan planta lyckas växa upp till ett ordentligt träd. Rikligare föryngring finner man däremot kring lågor och tullar samt i synnerhet på sandhedar omkring äldre kvarlämnade träd.

Många olika åsikter ha bildat sig angående orsaken till detta egenomliga och långsamma föryngringssätt.

Den förste, som mig veterligen i skrift närmare berörde frågan angående tallhedens föryngring var grundläggaren af Finlands nuvarande skogsskötsel A. G. BLOMQVIST. I sitt bekanta arbete om tallen¹ yttrar han följande: »Medan i södra delarne af landet ljungen allmänt bildar ett för återväxten hinderligt växttäckte, gör renlafven (*Cladonia rangiferina* (L.) Nyl. med fl. arter) detta i nordliga delarne af landet. Redan från 63:dje breddgraden (t. ex. i Kuortane) synbarligen förekommande i större mängd, blir den betydligt allmännare vid en grad högre latitud (såsom i Lesti) och antager redan i Piippola sin rätta nordiska karaktär. I Pudasjärvi vid 65 $\frac{1}{2}^{\circ}$ lat. bildar den redan de stora renlafsmoar, som där underhålla renskötseln, och i de norr om polcirkeln belägna trakterna äro nästan alla torra skogsmarker hvitfärgade af dess tjocka lager.

Om en skogseld totalt förtärt ett renlafsfält, erfordras det, enligt hvad jag på många ställen kunnat med stor noggrannhet undersöka, en tid af 50 år, för att renlafven åter skall kunna fullt utveckla sig på samma mo, men redan 20 år efter farelden ser man den icke allenast betäcka markens hela yta, utan till och med uttränga ljungen. På de moar, som ostördt fått inkräktas af denna laf, uppkommer på sin höjd ett mycket glest och ojämnt tallbestånd. Öfverallt i sydligare delarne af landet finner man dess inverkan vara alldeles likartad, men då den här endast förekommer på små fläckar af något kappland, är det föga kännbart, om äfven dessa små ytor förblifva obevuxna. I så mycket högre grad utgör den däremot i nordliga delarne af landet en hufvudorsak till skogsmarkernas glesa bevuxenhet och mången gång till deras kalhet och ytterst långsamma betäckande med ny skog. Den bildar nämligen ett så tätt och tjockt växttäckte, att det utflygande tallfröet icke kan nå jorden och om äfven detta vore fallet, förkväfvades groddplantan utan att kunna uppspira. Vid våt väderlek är renlafven ytterst mjuk och hygroskopisk, vid torrt väder lika hård och skör, vid barfrost åter fryser den upp, tillika uppryckande de spåda plantor, som lyckats uppkomma. Den utgör sålunda ett mycket svårt hinder för skogsmarkernas besående med tallfrö, det enda trädslag, som på dessa torra och magra jordmåner kan växa. Här och hvar på ytterst utmagrade och till deras växtkraft förödda sandmoar kan den äfven i södra Finland förekomma i större mängd (såsom t. ex. i Pällilä kronopark), men annars är den här allmän endast på kala klippor, på sydliga, torra sluttningar,

¹ Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Finska forstföreningens meddelanden. Band III. Helsingfors 1881, sid. 147.

och i synnerhet såsom inväfd uti växttäcket på ljunghedarne och i gamla, glesa tallbestånd. Hvarhelst än renlafven bildar växttäcket, är den ett så stort hinder för besåningen, att den obetingadt måste undanröjas, hvilket lyckligtvis ej är förenadt med stora kostnader.» BLOMQVIST förordar på grund häraf, att renlafven bortrensas med en risharf, hvilket går mycket lätt, medan lafven är våt. Där renlafven användes till vinterfoder åt nötkreatur och renar, kan en sådan åtgärd vidtagas utan några särskilda kostnader.

Äfven HOLMERZ och ÖRTENBLAD¹ luta åt åsikten, att renlafven kan vara hinderlig för skogens föryngring i det att de, hvad rena tallbestånd i skyddade lägen beträffar, rekommendera svedning, »där dvärgartad återväxt förefinnes och där markbetäckningen utgöres af ljung och renlaf eller andra för återväxten mycket hindrande växter». Men dessa författare framhålla äfven andra orsaker, som inverka på återväxten, nämligen torka och snötryck och föreslå därför, »att efter timmerafverkningen kvarvarande toppar äfvensom utfällda småträd och vrak må å hygget förblifva okvistade för att bättre skydda plantorna mot torka och snötryck». ÖRTENBLAD har i en tidigare uppsats² närmare utvecklat beskaffenheten af det snötryck, som han och HOLMERZ här åsyfta. Det är icke snötryck i den form, som ofta förekommer i södra och mellersta Sverige, som de tänka på, och som består däruti, att snön vid fuktig väderlek i stora massor fastnar på grenarna, hvilka slutligen kunna afbrytas af den allt för stora belastningen. Det i öfre Norrland hinderliga snötrycket skulle man lämpligen kunna kalla skaretryck, ett namn som jag redan förut använt³. Det består däruti att den i synnerhet om vårintern bildade skaren vid snöns smältande sjunker och därvid nedpressar de unga tallplantorna. Tullar och lågor med grenar skydda häremot genom att skaren sönderbräckes. I sin lilla bekanta skrift »Om våra skogar och skogsfrågorna»⁴ säger LUNDSTRÖM om tallhedarna: »Föryngringen är i allmänhet god, och denna skogsform kan med all sannolikhet hålla sig under många generationer, om de uppväxande plantorna erhålla tillräckligt ljus och marken icke uttorkas genom större öppningar i beståndet.» Här talas sålunda endast om torka.

¹ Om Norrbottens skogar. Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet år 1885. Sthlm. 1886, sid. 40.

² Om återväxten i Norrbottens skogar. Tidskrift för skogshushållning. Årg. 12. 1884, sid. 162. Se äfven. Om föryngring af hedland i öfre Norrland. Skogsvännen 1902. Sid. 110.

³ Berättelse angående den botaniska afdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 6. Skogsvårdsföreningens tidskrift 1910.

⁴ Föreningen Heimdals folkskrifter n:o 24. Stockholm 1895.

Men många författare hafva för att förklara tallhedarnas långsamma föryngring sökt ännu en annan förklaringsgrund, nämligen renbetet. Renarna skada en mängd plantor om vintrarna, då de med sina skarpa hofvar skrapa ihop lafvarna under snötäcket, eller då de om våarna feja sina horn mot unga tallar. I Finland har denna fråga upprepade gånger varit på tal, ganska olika åsikter ha emellertid uttalats. E. FORSTRÖM¹ och en författare, som tecknar sig G. A. S.², anse renen för skadlig, medan BERNH. ERICSSON³ framlägger exempel på att renen på hedar med tät renlafsmatta kan bidra till föryngringens befrämjande. Frågan var föremål för diskussion på Finska forstföreningens filials årsmöte i Uleåborg den 13 och 14 augusti 1898⁴. I diskussionen yttrade sig utförligt fyra finska forstmän, som alla hade sin verksamhet förlagd till norra Finland. I allmänhet var man af den åsikten, att renen gjorde skada genom att förstöra unga plantor vid betningen, skafva hornen mot yngre träd och beröfva marken ett i vissa afseenden nyttigt laftäcke, men en talare framhöll också att renen befördrar skogarnas föryngring i sådana trakter, där renlafven växer mycket hög och frodig. Andra påpekade därjämte, att renen indirekt var till nytta för skogen, ty renägarna voro mer än andra försiktiga med eld, och i de trakter, där renskötsel bedrefves, voro skogseldarna sällsyntare än i andra. Elden var nämligen renägnas värsta fiende, ty ett afbrändt renlafstäcke behöfde 50 år för att växa igen. Diskussionsinledaren öfverforstmästaren LAGERBLAD sammanfattade öfverläggningen sålunda: »Iakttagelserna angående renens skadlighet hafva härförrinnan varit ganska ringa och sväfvande, därför borde undersökningarna härefter göras grundliga och säkra, angående fröets grobarhet i yfvig renlaf eller i den af renen uppskrapade marken o. s. v. Först efter det grundliga erfarenhetsrön blifvit gjorda och säkra bevis i detta afseende erhållits kan fråga väckas om förminskning af renhjorden.»

Som önskningsmål uttalade mötet med anledning häraf, »att säkra undersökningar angående renens skadlighet för skogsåterväxten borde mer än härintills göras.»

I Sverige var E. F. GROTH den förste, som i skrift bragte frågan på tal angående renens inverkan på skogsåterväxten. Han anser skare-

¹ Renskötseln inom sydligaste delen af finska renområdet. Finska forstföreningens meddelanden. Bd 7. 1889.

² Några iakttagelser till belysande af renskötselns inverkan på skogshushållningen inom delar af Ijo och Kuusamo revirer. Därsammastädes. Bd 8. 1891.

³ Småplock från Lappmarken, I. Anteckningar från en resa i Sodankylä revier sommaren 1890 samt föregående minnen. Därsammastädes. Bd 9. 1892.

⁴ Finska forstföreningens meddelanden Bd 16. 1900. Sid. 70—81.

trycket af mera underordnad betydelse och förklarar lågors och tullars gynnsamma inverkan på skogsåterväxten däraf, att renarna ogärna söka sin föda bland grenarna af fällda träd¹. Efter honom äro såväl ÖRTENBLAD² som LUNDSTRÖM³ benägna att anse renen mer eller mindre skadlig, ehuru de också omtala andra orsaker till de norrländska tallhedarnas långsamma föryngring.

I Norge har renfrågan behandlats af AXEL HAGEMANN, som i tvenne uppsatser i »Tidsskrift for Skovbrug», i mörka färger skildrat den förödelse, som lapparna enligt hans mening åstadkommit i själfva skogsgränsen⁴.

En sammanfattning af här omnämnda, af olika skogsmän framställda åsikter angående tallhedarnas föryngringssvårigheter visar, att man sökt förklara dessa på olika sätt.

Som viktiga orsaker till det berörda fenomenet har man sålunda anført:

- 1) För återväxten hinderlig markbetäckning af renlaf eller renlaf och ljung (BLOMQVIST, HOLMERZ och ÖRTENBLAD, BERNH. ERICSSON).
- 2) Skaretryck (HOLMERZ och ÖRTENBLAD).
- 3) Torka (HOLMERZ, ÖRTENBLAD och LUNDSTRÖM).
- 4) Renbete (FORSSTRÖM och några finska forstmän, GROTH, i någon mån LUNDSTRÖM och ÖRTENBLAD samt AXEL HAGEMANN).

Åsikterna angående tallhedarnas föryngringssvårigheter äro sålunda växlande och delvis stridande mot hvarandra. Att så är fallet beror väsentligen därpå, att olika skogsmän anställt sina iakttagelser under olika förhållanden utan att samtidigt noggrant redogöra för dessa. I de flesta fall saknas också tillräckliga undersökningar.

Den roll, som markbetäckningen kan spela, beror tydligen i hög grad af dess yppighet.

Flera finska författare och skogsmän, som yttrat sig i frågan angående tallhedarnas föryngring, påstå, att renlafven i vissa trakter af Finland såsom i Enontekis är alldeles ovanligt frodig. Renlafstäcket kan där blifva så högt och tätt, att det blir tungt och besvärligt att gå på. Tallfröet får därför svårt att hitta ner till marken och den unga plantan kan lätt förstöras, då lafven sammandrager sig vid torka. Ett så frodigt

¹ Om den skada renarne göra å återväxten i Norrbottens skogar. Tidsskrift för skogshushållning. Bd 16. 1888. Sid. 55—57.

² Berättelse om skogsundersökningar i Norrbottens län år 1892. Tidskr. för skogshushållning. Bd 21. 1893.

³ Citeradt arbete, sid. 26.

⁴ Tamrenen kommer! Tidsskrift for Skovbrug. Marts 1898 och Flyttlapparnes Skogødelæggelser i Tromsø stift. Därsammastädes. Juli—Augusti. 1903. Se äfven Den norske Forstförenings Aarbog, 1892. Kristiania 1892.

laftäcke har jag aldrig sett i Norrbotten och det torde för öfrigt höra till sällsyntheterna i Sverige. Äfven ljungen kan svårligen hos oss spela någon roll, ehuru HOLMERZ och ÖRTENBLAD tala därom. Ljungen är på svårföryngrade tallhedar i norra Sverige i regel gles, endast i Dalarna (på sandstensområdet i Älfdalen) har jag träffat tallhedar med sluten markbetäckning af ljung. På svårföryngrade tallhedar träffas i regeln rikligt med unga tallplantor, som äro fast rotade i mineraljorden och som på intet sätt öfverskuggas eller öfverskärmas af markbetäckningen. Under sådana förhållanden synes man mig ha föga anledning att betrakta renlafven och ljungen i öfre Norrlands tallhedar såsom hinderliga för skogsföryngringen, men då frågan en gång kommit upp i skogsmannakretsar, skall försöksanstalten anlägga försök för att äfven utreda den saken. På den tallhed vid Fagerheden, på hvilken längre fram omtalade undersökningar utförts, saknas renlafstäcke på somliga fläckar. Den svagt humusblandade mineraljorden ligger alldeles blottad. De plantor, som förekomma på dessa fläckar, äro emellertid lika dåliga om icke sämre än de, som finnas bland renlafven.

Större betydelse än markbetäckningen äger nog däremot det omtalade skaretrycket. Själf har jag icke haft tillfälle att iakttaga snön i öfre Norrland vid snösmältningen, men där bosatta personer ha för mig flerfaldiga gånger omtalat, att skaren om våren ofta helt plötsligt sjunker ned samtidigt öfver ganska stora fält. Den sjunkande, hårda skaren pressar ner plantorna, som däraf lida mer eller mindre skada. Men skaretrycket kan omöjligen enbart bära skulden till tallhedarnas föryngringssvårigheter. Kraftiga plantor lida icke af skaretryck, äfven när de växa på fält, som genom sitt för solen exponerade läge äro lika benägna för skarebildning som någonsin de glesa tallhedarna. Vid Långträsk's kapell strax invid Långträsk's järnvägsstation på norra stambanan förekommer sålunda ett fullkomligt öppet, kalhugget fält mellan kapellet och landsvägen till Arvidsjaur. På fältet finns synnerligen vacker, ehuru gles återväxt af tall. Inga tullar eller lågor skydda dessa plantor. De lida dock endast i ringa grad af skaretryck, i det att endast några grenar på en eller annan planta brutits af, för öfrigt äro tallplantorna oskadade och särdeles växtliga. Omgifvande tallhedar visa synnerligen dålig föryngring, i ty att flertalet tallplantor äro svaga och föga utvecklingsdugliga. För att experimentellt undersöka betydelsen af snötrycket har jag å den tallhed, där de längre fram skildrade undersökningarna verkstälts somrarna 1907 och 1908 låtit nedslå grofva pålar intill de små tallplantorna på heden. Pålarna bryta skaretäcket och skydda sålunda plantorna mot nedpressning. Ännu är det dock för tidigt att yttra sig om resultatet.

Renbetet kan otvifvelaktigt utöfva ett ingalunda obetydligt inflytande på tallhedarnas föryngring. På sådana hedar, där större renhjordar årligen beta om vintrarna, finner man ofta genom hornfejning skadade plantor. En del smärre plantor gå väl också till spillo genom att renarna uppsparka renlafven. För att på ett objektivt sätt belysa renbetets inverkan på återväxten utlade f. assistenten vid anstalten dr NILS SYLVÉN genom jägmästare AXEL SYLVÉN ett litet försöksfält å en af renar ofta besökt hed inom Jockmocks sockenallmänning. Ett område afstängdes från renarna genom hägnad. Ena hälften betäcktes med grenar och tullar, den andra lämnades fri. Framtiden får utvisa resultatet.

Men ensamt renbetet kan lika litet som skaretrycket och marktäckningen förklara tallhedens föryngringssvårigheter. Kring Fagerhedens kronojägarboställe finns en tallhed, dit renarna icke kommit på snart 20 år, och ändock visar denna tallhed en mycket långsam föryngring. Det finns godt om plantor, men de flesta sakna kraft att utveckla sig vidare.

Det visar sig sålunda, att tallplantor på mera kraftig mark icke lida af skaretryck, och att äfven sådana tallhedar, som icke längre besökas af renar, föryngras ytterligt långsamt. Den viktigaste orsaken till tallhedarnas föryngringssvårigheter måste därför sökas på annat håll. Den ligger sannolikt i marken, och det gäller därför att närmare undersöka dennas beskaffenhet. Så likformiga och ensartade, som tallhedarna i regel äro, är det högst sannolikt, att det öfverallt i hufvudsak är samma faktorer, som förorsaka föryngringssvårigheterna och bestämma tallhedarnas utseende och sammansättning. De slutsatser, som kunna dragas af undersökningar på utvalda typiska lokaler, kunna därför utan tvifvel ha mera allmängiltig tillämpning.

För att studera frågan angående tallhedarnas föryngring, har jag därför börjat att på typiska platser undersöka marken i dess förhållande till föryngringen. Det första försöksfältet af detta slag är beläget vid kronojägarbostället Fagerheden inom Piteå revir.

Försöksfältet vid Fagerheden.

Geologisk beskaffenhet.

Försöksfältet vid Fagerheden är beläget strax nedanför marina gränsen.¹ Det utgöres af en sandplåt på 220 m. höjd öfver hafvet. Närmare marina gränsen öfvergår sanden omärkligt i isälfsgrus. Rokån, en cirka fem mil lång liten skogså, har skurit sig ned igenom sandlagren ända ned

¹ Den marina gränsen ligger här mellan 230 à 240 m. öfver hafvets nivå.

till moränen. I de branta niporna ser man på några ställen ganska stora block, som dittransporterats af isberg och sedan inbäddats i sanden. Med hänsyn till geologisk natur och uppkomstsätt motsvarar sandheden närmast en fluvioglacial randterass, som öfvergår i en älfsandsbildning.

Hela sandheden har bildats genom afsättning af grus och sand i starkt rinnande vatten, som bortfört lera, slam och andra finare partiklar, men kvarlämnat det gröfre, i vatten hastigare sjunkande materialet. Sedan sandlagren genom landets fortgående höjning blifvit torrlagda och där-efter bevuxna med vegetation, ha de öfversta skikten börjat vittra, hvar-igenom de i viss mån förändrat sin ursprungliga karaktär och samman-sättning. Dessa sandlagers viktigaste fysikaliska egenskaper bli längre fram närmare omtalade i samband med redogörelsen för fuktighetens fördelning i sandheden. En undersökning af skogsvegetationen och för-yngringen på heden ger oss de nödiga utgångspunkterna för ett studium af den roll, som vattentillgången i marken spelar för återväxten.

Skogen.

Försöksfältet utgöres af en för öfre Norrland typisk hed. Enligt de upplysningar, som jag erhållit af befolkningen på platsen, var heden för 40 à 50 år sedan bevuxen med hög, vacker tallskog. En del kvarvarande väldiga stubbar vittna ännu om den forna skogens grof-lek. Skogen afverkades mycket hårdt, endast en del mindre, fulare träd kvarlämnades. Heden utgjorde sedan under vintrarna ett tillhåll för renar, men under de sista 20 åren ha några sådana djur icke varit där. Skogens för-yngring är ännu i dag otillfredsställande. Största delen af heden är ännu så tillvida kal, att duglig för-yngring hufvudsakligen finnes under och i närheten af äldre kvarlämnade tallar samt omkring en-staka granar, som i den torra sanden växa ytterligt långsamt. Å de kala partierna mellan träden saknas emellertid ingalunda plantor, tvärtom, sådana finnes till mycket stort antal, men de flesta äro ytterligt svaga och nå säkerligen aldrig någon vidare utveckling. De dö förr eller senare, ofta starkt angripna af snytbagggar och parasitsvampar¹. Deras utseende, liksom deras ålder, framgå bättre än genom någon beskrifning af bilderna fig. 2—3.

För att gifva en föreställning om, hur rikligt dylika plantor kunna förekomma, meddelas här resultatet af en undersökning på fem stycken små profutor, hvardera om 100 m.²

¹ En skildring af tallhedsplantornas sjukdomar kommer sedermera att utgifvas.

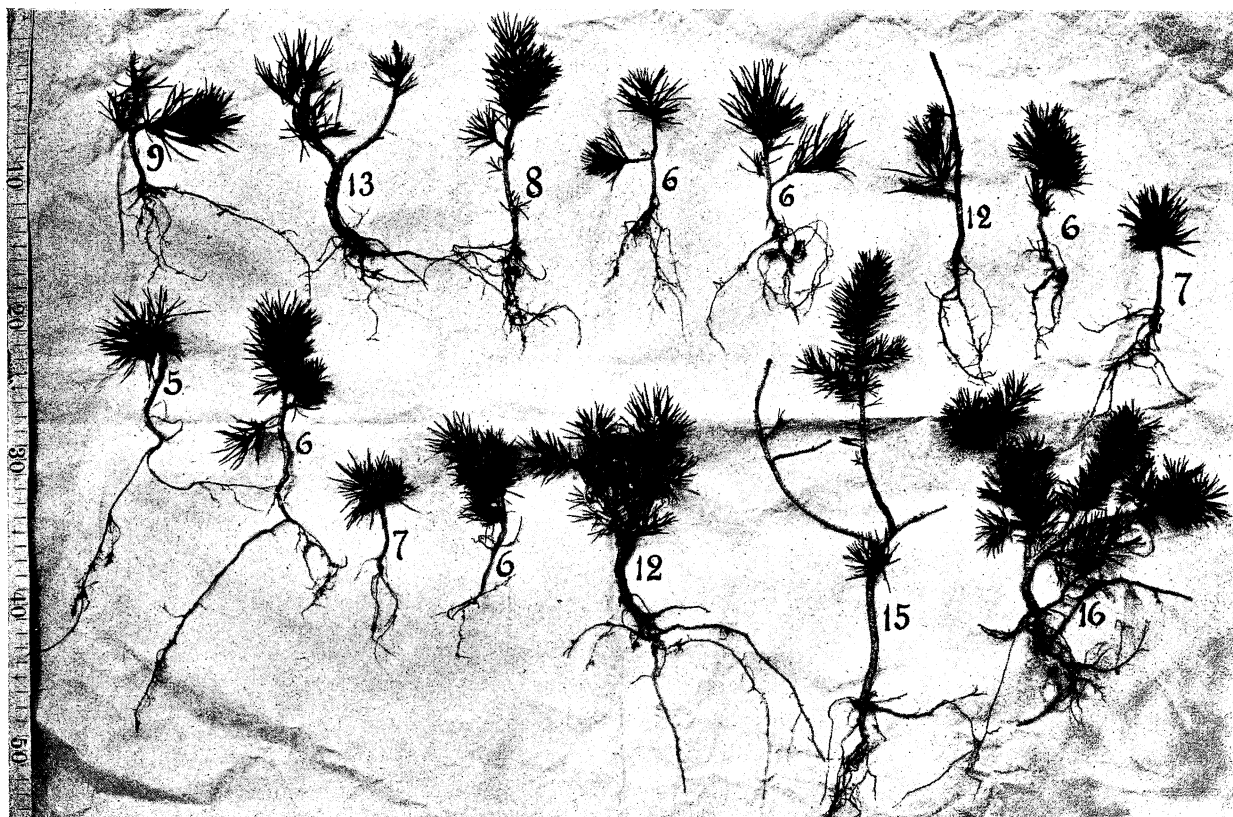


Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 1. Tallheden vid Fagerheden, Piteå revir, Norrbotten. Bilden visar den starkt glesställda tallheden med dess svaga föröngning.

Kiefernheide bei Fagerheden. Revier Piteå. Norrbotten. Das Bild zeigt die sehr lichtgestellte Kiefernheide mit ihrer spärlichen Verjüngung.



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 2. Typiska tallplantor från de öppna partierna å heden vid Fagerheden. Siffrorna invid plantorna angifva deras ålder.

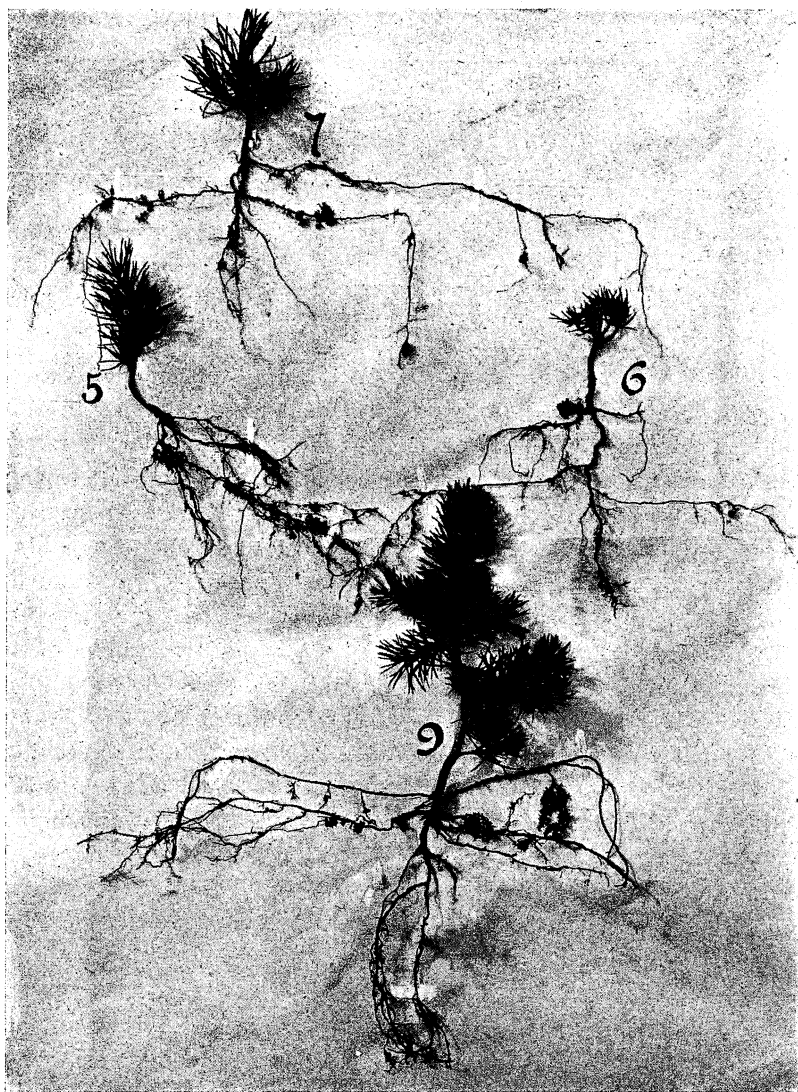
Plantornas storlek framgår af den bifogade centimeterskalan.

Typische Kiefernpflanzen aus den Kahlfeldern der Kiefernhede. Die Ziffern geben das Alter der Pflanzen an. Die Grösse der Pflanzen geht aus dem Zentimetermassstab hervor.

Rutans nummer Nr. der Tarzelle	Lefvande tall Lebende Kiefern	Död tall Tote Kiefern	Gran Fichten	Välformade plantor Gutentwickelte Pflanzen
1	376	85	5	I
2	349	53	7	O
3	855	81	7	I
4	349	145	5	I
5	194	121	7	O

På fem ar funnos sålunda icke mindre än 2,123 lefvande tallplan-
tor. Som profrutorna förlades på olika delar af heden, kan man anslå
plantantalet per har till omkring 40,000 st. Om endast en tiondedel af
dessa vore fullt utvecklingsduglig, skulle man här ha en mer än tillfreds-
ställande föryngring. Det måste sålunda finnas någon eller några ogynn-
samma faktorer, som hindra deras utveckling, det gäller att utröna hvil-
ken eller hvilka dessa äro. Man kan svårligen lägga skulden på renarna.
Alla här afbildade plantor, som tydligen ha ingen eller ringa förmåga
att utveckla sig vidare, hafva såsom deras ålder visat, grott på heden
sedan renbetet upphörde. Icke heller kan skaretrycket enbart vara orsa-
ken till deras dvärgartade beskaffenhet. På heden förekomma nämligen
invid en gammal, för länge sedan öfvergifven tjärdal unga tallplantor,
som icke på minsta vis lida af skaretryck, ehuru platsen är lika mycket
utsatt för skarebildning som andra delar af heden. Men dessa plantor
äro kraftiga och snabbvuxna, icke att jämföra med dessa svaga, som
ännu vid 10 års ålder äro endast decimeterhöga. En eller annan enstaka
planta har dock förmåga af vidare utveckling, till att börja med växer
den mycket långsamt, årsskotten äro ytterligt korta, men när plantan
nått manshöjd eller något mera, blir höjdtillväxten ganska snabb. Nu
tycks hvarken marken eller andra faktorer lägga något hinder för dess
vidare utveckling.

Markbetäckningen på denna ytterligt långsamt föryngrade del af
heden är typisk för glesa tallhedar i Norrland. Renlafstäcket är tunt,
när ingenstädes någon större mäktighet. Risen förekomma glest, ingen-
städes finnes någon sammanhängande ljungmatta. Renlafven och några
andra lafvar (*Stereocaulon paschale*, *Cladonia deformis* etc.) bestämma
det fysionomiska totalintryck, som vegetationen gör. Närmast omkring
och under träden blifva risen, i synnerhet lingonriset, ymnigare och fro-
digare och bilda där ofta en sluten matta. För dem, som vilja göra
mera ingående jämförelse med andra tallhedar i Norden meddelas slut-
ligen följande ståndortsanteckning öfver markbetäckningen.



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 3. Typiska tallplantor från de öppna partierna af tallheden vid Fagerheden.

Siffrorna invid plantorna angifva deras ålder.

$\frac{1}{5}$ af naturliga storleken.

Typische Kiefernpflanzen aus den Kahlfeldern der Kiefernhede bei Fagerheden.

Die Ziffern geben das Alter der Pflanzen an. $\frac{1}{5}$ natürl. Grösse.

Buskar, spr.	<i>Vaccinium vitis idaea</i> , spr.
<i>Populus tremula</i> , låg, risartad och förkrympt, spr.	<i>Myrtillus nigra</i> , m. enst.
<i>Betula odorata</i> , enst.	» <i>uliginosa</i> , » »
Ris, str. — rikl.	Örter, saknas.
<i>Calluna vulgaris</i> , str. — rikl.	Gräs, »
<i>Empetrum nigrum</i> , spr. — flv. str.	Mossor, spr.
<i>Lycopodium complanatum</i> , spr. — i vissa delar str.	<i>Polytrichum juniperinum</i> , spr. — flv. str.
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> , spr.	» <i>piliferum</i> , spr. — fl.
Lafvar, y.	» <i>commune</i> , enst.
<i>Cladina rangiferina</i> } y.	<i>Cladina uncialis</i> , spr.
» <i>silvatica</i> }	<i>Stereocaulon paschale</i> , r. — i vissa delar y.
» <i>alpestris</i> }	<i>Cladonia deformis</i> } str.
	<i>Cladonia</i> , spp.
Swampar, våta höstar mycket rikliga.	<i>Boletus scaber</i> ,
<i>Polyporus perennis</i> ,	» <i>edulis</i> ,
» <i>ovinus</i> ,	<i>Gyromitra mitra</i> med flera arter.

Som förut nämnts finns ofta riklig återväxt under träden och i deras närmaste omgivning. Medan dugliga, utvecklingsbara tallplantor för öfrigt så godt som alldeles saknas, stå här och där små täta växtliga ungskogsgrupper omkring de kvarlämnade tallarna och granarna. Vidstående bilder (fig. 4—6) afse att åskådliggöra denna företeelse, som är ganska vanlig i Norrland, i synnerhet på sandhedar. Såsom exempel på hedar, där den kan iakttagas i mycket framträdande grad, må nämnas Balsjöheden och flera andra hedar i Bjurholms socken, hedar mellan Örträsk och krpk. Hästliden i Örträsk socken, utmed landsvägen mellan Pengsjö och Solberg i Anundsjö socken etc. Mången norrländsk skogsman, som lagt märke till denna företeelse, har kanske ansett den särskildt egendomlig för Norrland och satt den i samband med de där rådande ljusförhållandena. Den omnämnas stundom som ett bevis för att den norrländska tallen är mindre ljusbehöfvande än den tallras, som förekommer i södra och mellersta Sverige. En mätning af ljusstyrkan i de tall- och grankronor, under hvilka tallen går upp, visar emellertid att trädet endast fördrager en mycket svag beskuggning.¹ När belysningen ännu belöper sig till $\frac{1}{3}$ af det fria dagsljuset, växer tallen kraftigt, men sjunker den till $\frac{1}{5}$ blir tillväxten svag, och vid $\frac{1}{8}$ är trädet fullständigt undertryckt. Tallens ljusbehof framgår också tydligen af det sätt, hvarpå föryngringen grupperar sig omkring de gamla träden. De i fig. 7 återgifna kartan visar

¹ Angående metoden för ljusmätningen se t. ex. GUNNAR ANDERSSON och HENRIK HESSELMAN. Vegetation och Flora i Hamra kronopark. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt. H. 4, 1907. Skogsvårdsföreningens tidskrift 1907. Fackuppsatser.

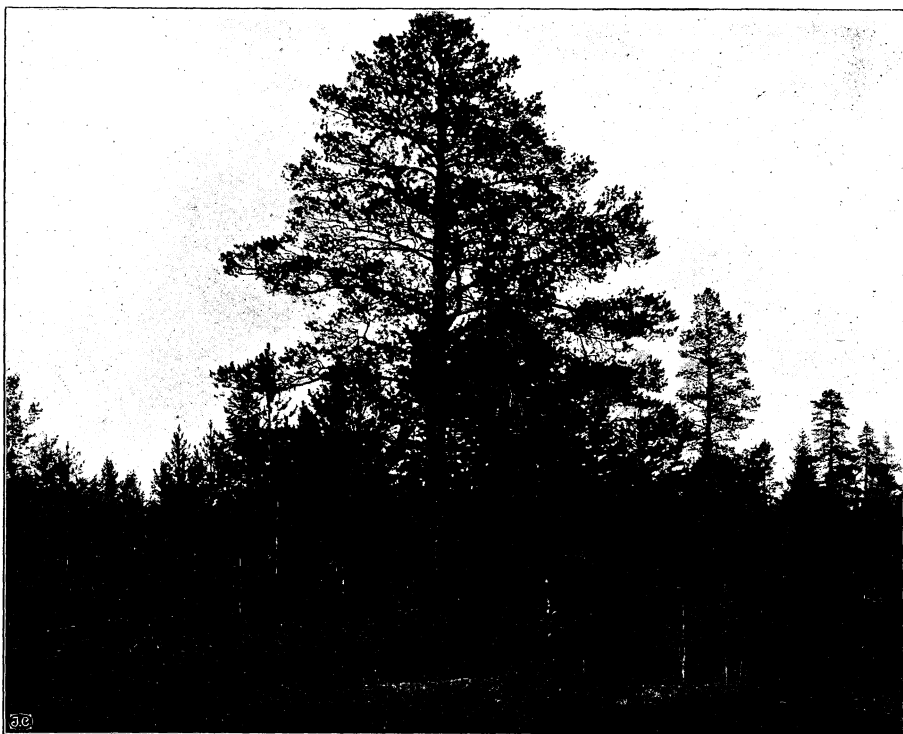


Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 4. Fristående tall med föryngring under kronan, förnämligast på dess sydsida.
Tallheden vid Fagerheden.

Freistehende Kiefer mit Verjüngung unter der Krone, hauptsächlich auf ihrer Südseite.
Kiefernheide bei Fagerheden.



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 5. Fristående tall med rik för yngning under kronan. Tallheden vid Fagerheden.

Freistehende Kiefer mit reichlicher Verjüngung unter der Krone. Kiefernheide bei Fagerheden.

tydiligen, att återväxten är riklig och består af kraftiga plantor på sydsidan om trädet, medan duglig återväxt så godt som saknas på nordsidan. En sådan skillnad mellan nord- och sydsida hör till regeln. När träden under tallkronan nått en höjd af 3—4 m., kunna de i någon mån hindras i sin utveckling af det gamla trädet. Hugges detta bort, växa de emellertid hastigt nog, och rundt omkring den gamla stubben finner man sedan ett litet, men tätt och snabbväxande skogsbestånd. Dylika ungskogsgropper finnas på flera ställen å Fagerheden och ha dessutom iakttagits på hedar i Bjurholms och Örträsk socknar.

Emellertid är denna för yngningsegendomlighet icke enbart inskränkt till Norrland. Den förekommer på tallhedar långt ner i mellersta Sverige, i Värmland är den sålunda ingalunda ovanlig, och vid Lekvattnets turisthotell nära gränsen till Norge har jag iakttagit tallför yngning under gran. Denna plats ligger på ungefär samma breddgrad som Öregrund. Äfven i nordöstra Uppland kan man då och då se tallför yngning under gran, där såväl som Värmland i trakter, hvarest den sydsvenska tallrasen är allena-



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 6. Tallplantornas uppväxande invid en gran.
Tallheden vid Fagerheden.

Das Wachstum der Kiefernpflanzen in unmittelbarer Nähe einer Fichte.
Kiefernheide bei Fagerheden.

härskande. Det är sålunda icke något speciellt egendomligt för lapplands-tallen, att den ibland växer upp under äldre tallar och stundom t. o. m. under gran. Nödvändigt är emellertid, att de unga tallplantorna komma i åtnjutande af fritt sidoljus. Häri torde vi också ha förklaringen till att

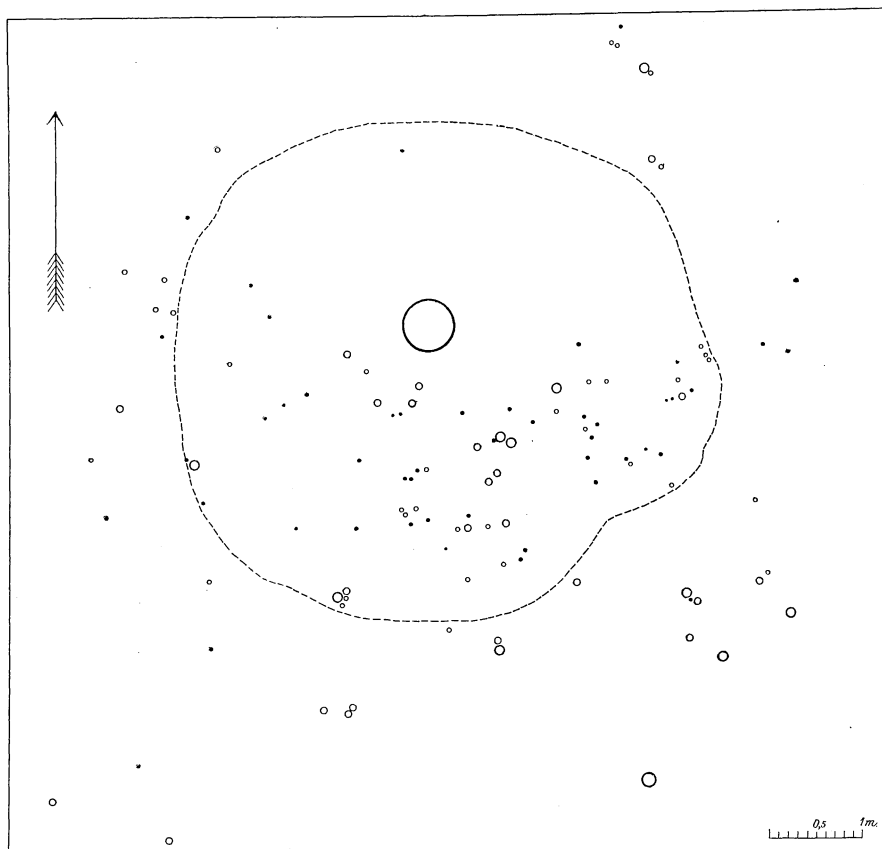


Fig. 7. Karta, upprättad aug. 1906 af skogseleven Dag de Geer, visande föröngringen under kronan af en äldre tall och i dess närhet. Ringarna angifva trädens höjd enligt ofvanstående schema. Den stora ringen angifver det stora trädets stam, den prickade linien kronans omfång.

Karte über die Verjüngung unter einer Kiefernkrone und in ihrer Nähe. Die Ringe geben die Höhe der Kiefernpflanzen an (siehe oben), die gebrochene Linie zeigt den Umfang der Krone, der grosse Ring im Zentrum den alten Baum.

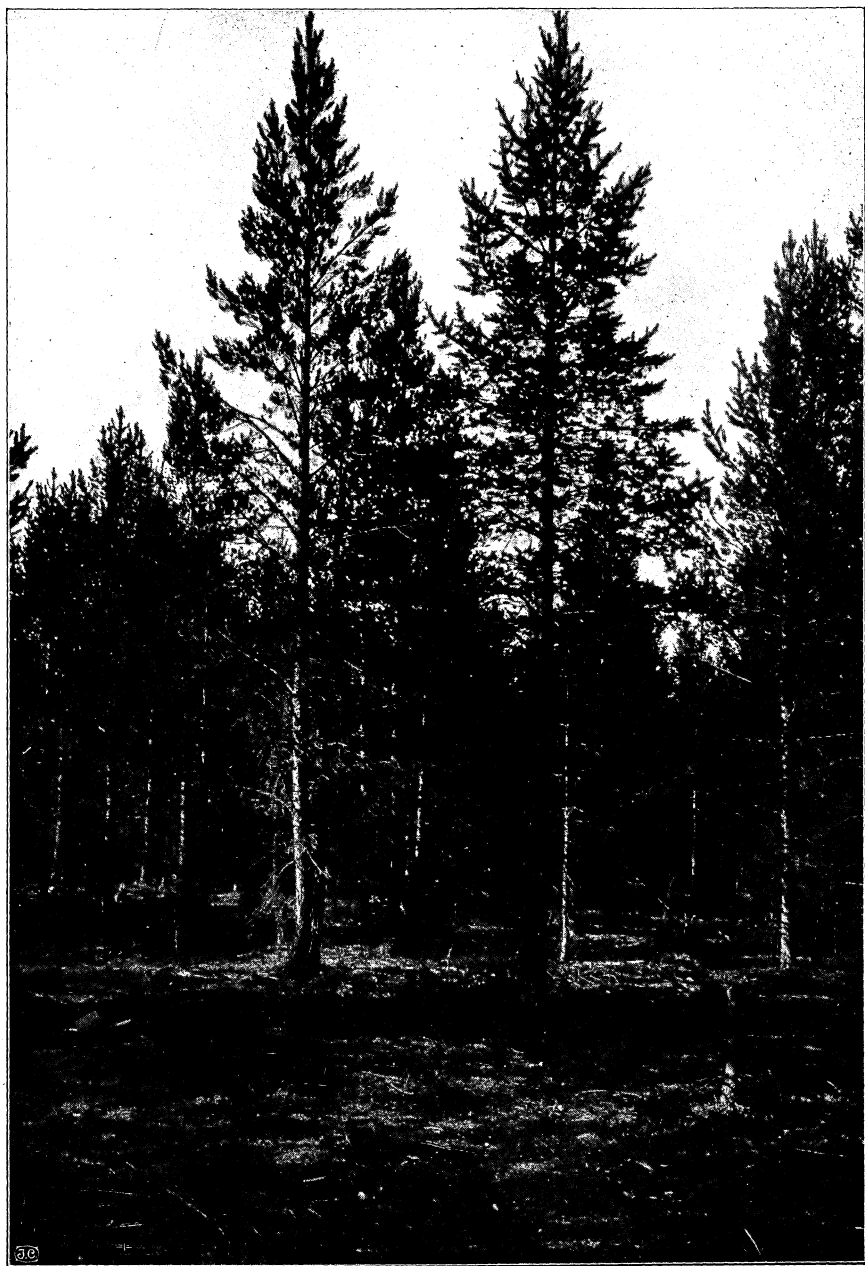
företeelsen är vanligare och uppträder i mer utpräglad form i Norrland än i södra delarna af landet. Solen står nämligen under sommaren lägre än i södra Sverige, hvarför sidobelysningen spelar en större roll för vegetationen än längre söderut. Därjämte äro de norrländska skogarna glänsare än de sydsvenska. Företeelsen är emellertid såväl i Norrland som

längre söder ut vanligare och mera utpräglad å sand och rullstensgrus än å morän; anledningen härtill känner jag emellertid ej.

Den benägenhet, som tallarna på de norrländska hedarna ha att gärna växa upp under eller i närheten af de äldre träden, finner sin motsvarighet i det sätt, hvarpå skogen stundom växer upp på kultiverade hedar. De danska grankulturerna på Jyllands ljunghedar utveckla sig ofta de första åren vackert, men stanna snart af i sin utveckling, stå i stampe, som danskarna säga. Fläckvis kunna emellertid kulturerna gå upp, utan någon sådan »stampeperiod». Härigenom bildas på heden små granholmar, som sedan så småningom kunna breda ut sig, i det att äfven närstående träd komma i lifligare tillväxt. Alldeles liknande fenomen ha jägmästare SCHOTTE och förf. kunnat iakttaga å ljunghedar å krpk. Vallåsen å Hallandsås. I gamla grankulturer, som en längre tid stått i »stampe» visade det sig att här och där enstaka granar började växa bättre. Dessa tycktes liksom pigga upp de omgivande träden, som började antaga en mörkare färg än förut. Å dessa ljunghedar visade det sig också, att planterade granar gingo bäst till i närheten af enstaka träd å hedarna, såsom invid tallar, björkar, små buskliknande bokar, rönnar etc. De norrländska tallhedarna, sydvästra Sveriges ljunghedar och de planterade granskogarna å Jyllands alhed visa sålunda en viss öfverensstämmelse sins emellan i afseende på föryngringen. De unga träden växa ofta bäst i närheten af växtliga träd. Dessa kunna antingen vara gamla på platsen och tillhöra en förut afverkad skogsgeneration eller också vara lika gamla som den öfriga planterade ungsbogen. När några invid i plantskogen börja växa, erhålla också de omgivande träden en friskare färg och större växtkraft. Härigenom bildas små skogsholmar, som kunna breda ut sig mer eller mindre. Utan tvifvel ha vi här att göra med ett fenomen, som kan och bör förklaras på enahanda sätt såväl för Norrlands tallhedar som för sydvästra Sveriges ljunghedar. Till denna fråga skall jag återkomma i nästa uppsats om Norrlands tallhedar.

Den stora motsatsen mellan den vackra föryngringen under träden och i deras närhet och de usla tallplantorna å de mera kala fälten har bildat en af utgångspunkterna för min undersökning.

En annan har jag funnit däri, att föryngringen å tvänne delar af fältet är tillfredsställande. På norra delen af heden, norr om vägen Långträsk—Roknäs, brann skogen för 40 å 50 år sedan. Här finns nu en luckig men för öfrigt synnerligen vacker ungskog, hvars utseende framgår af bild 8. Närmast Rokån har skogen ursprungligen icke blifvit så illa åtgången som å stora delar af fältet för öfrigt. Äfven här är föryngringen tillfredsställande, skogen är ganska växtlig, men starkt olik-



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 8. Ungskog, omkring 50 årig, på den afbrända delen af heden vid Fagerheden.

Kiefernjungholz, cirka 50 Jahre alt, auf dem abgebrannten Teile der Kiefernheide bei Fagerheden.

åldrig. Höjden uppgår hos de större träden till 15 à 20 m. med en brösthöjdsdiameter af 20—30 cm.

Markbetäckningen i de partier af heden, där skogen växer väl, är frodigare och mera utvecklad än å de kala hedpartierna, hvilket framgår af följande ståndortsanteckningar, hvilka publiceras här för att möjliggöra en exakt jämförelse med andra liknande hedar.

N:o 1. Det brunna hedpartiet norr om vägen Långträsk—Roknäs.

Träd.

Pinus silvestris * *lapponica*, y.
Picea excelsa, spr.
Betula verrucosa, str.—spr., mest buskar.
 » *odorata*, spr.
Populus tremula, spr., låga exemplar.

Buskar, spr.

Juniperus communis * *subnana*, spr.
Betula nana × *verrucosa*, enst.
Salix caprea, enst.

Ris, rikl. — flv. ymn.

Empetrum nigrum, rikl. — flv. y.
Myrtillus nigra, flv. y.
Vaccinium vitis idæa, str.
Myrtillus uliginosa, spr.
Linnaea borealis, »
Calluna vulgaris, spr. fl.
Pyrola secunda, enst. fl.

Gräs och Örter, spr. — str.

Aira flexuosa, spr. — str.
Luzula pilosa, spr.
Melampyrum pratense, spr.
Solidago virgaurea, enst.

Mossor, fläckvis y.

Hylocomium parietinum flv. y.
Polytrichum juniperinum, » »
 » **strictum*, » »
Dicranum scoparium, spr. fl.

Lafvar, flv. y.

Cladina rangiferina, } flv. y.
 » *silvatica*, }
Cladonia spp., flv. r. — y.
Stereocaulon paschale, str. fl.
Cetraria islandica, spr.
Nephroma arcticum, enst. fl.
Peltigera aphotosa, enst. fl.

N:o 2. Den oregelbundna ungsbogen nära Rokån.

Träd, rikl.

Pinus silvestris, r.
Picea excelsa, str.
Betula odorata, enst.

Buskar, enst.

Juniperus communis * *subnana*, enst.

Ris, r. — y.

Vaccinium vitis idæa, str. — y, i sht. under granarna.

Myrtillus nigra, flv. rikl.
Empetrum nigrum, spr. — str.
Myrtillus uliginosa, str.
Calluna vulgaris, spr.
Ledum palustre, »

Örter saknas.

Gräs, enst.

Aira flexuosa, enst.
Luzula pilosa, enst.

Mossor, str. — flv. y.

Hylocomium parietinum, r. — y, i sht under träden.
Dicranum elongatum, str. fl.
Funaria hygrometrica, str. fl.
Polytrichum juniperinum, str.
 » *strictum*, spr. fl.
Buxbaumia aphylla, enst.

Lafvar, på de mer öppna partierna y.

Cladina rangiferina, } y
 » *silvatica*, }
Cladonia deformis } r.
 » *digitata*, m. fl. }
Cladina alpestris, spr.
 » *uncialis*, »
Peltigera aphotosa, »

Undersökningarna angående föryngringssvårigheterna på fältet ha hufvudsakligen riktat sig på markens beskaffenhet och omfattat ett studium af

1) *fuktigheten och dess fördelning i heden med hänsyn till föryngringen och skogens växt,*

2) *näringsstillgången i mineraljorden och dess förhållande till föryngringen,*

3) *humustäckets beskaffenhet på olika platser.*

Af dessa tre frågor har den första blifvit mest bearbetad, hvarför undersökningarna häröfver redan nu publiceras. En redogörelse för behandlingen af de andra frågorna torde emellertid snart följa.

Tallens rotsystem å försöksfältet.

I södra Sverige liksom för öfrigt inom stora delar af sitt utbredningsområde har tallen i regel pålrot, som tränger djupt ned i marken. Så är emellertid ingalunda fallet med tallen i Norrland. Som redan OTTO VESTERLUND¹ framhållit; utbildar tallen i Norrbotten ofta flackrot, i likhet med granen och blåser i



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 9. Vacker tall från tallheden från Fagerheden med flackrot.

Schöne Kiefer aus der Kiefernheide bei Fagerheden. Fläche Bewurzelung.

¹ Några iakttagelser öfver skogarnes markbetäckning i Norrbotten. Tidskrift för skogshushållning. 20 årg. 1892, sid. 177.

följd däraf lika lätt omkull som denna. NORMAN¹ anmärker i sin Norges arktiske Flora, att tallen »i regelen ikke har nogen pælrod, men horizontal liggende rodteige med en længde af 15 meter og der-



Ur Statens skogsförsöksanstalts samlingar.

Fot. af förf.

Fig. 10. Äldre plantor visande den på heden typiska flackroten hos tallen.
Tallheden vid Fagerheden.

Ältere Kiefernpflanzen mit typischen Flachwurzeln aus der Kiefernheide bei Fagerheden.

over», och HEINTZE² omtalar att »i hela Torne lappmark och mest typiskt i Karesuandotrakten saknar tallen konstant hufvudrot³.»

Dessa iakttagelser stämma väl med mina egna. På försöksfältet vid

¹ Norges arktiske Flora. Oversigtlig fremstilling af karplanternas utbredning. Kristiania 1895, sid. 503.

² Västgeografiska anteckningar från ett par färder genom Skibottendalen i Tromsø amt. Arkiv för botanik. Bd 7. N:o 11, Sid. 12. Stockholm 1908.

³ Författaren menar tydligen pålrot, ehuru han skriver hufvudrot, hvilket framgår af texten för öfrigt.

Fagerheden har tallen ett mycket utprägladt flackrotsystem. Hufvudroten böjer sig snart åt sidan och växer långa sträckor nästan rakt horisontellt. Rotsystemet befinner sig med sin hufvudmassa nära markytan. De flesta rötterna anträffas i hvit- och rödsandslagren, spridda rötter förekomma till ett djup af 45—50 cm., ytterst enstaka gå ned till ett djup af 75—90 cm. Rotsystemet är sålunda mycket ytligt. Bilderna fig. 9 och 10 åskådliggöra rotsystemets utseende hos yngre träd.

Det är ännu oafgjordt, hvad orsaken kan vara till, att tallens rötter gå så ytligt i öfre Norrland. HEINTZE anser, att förklaringen ligger i den låga marktemperaturen, som hindrar rötterna att tränga ned till större djup. Det är ju möjligt, att denna förklaring är riktig. Bevisad är den emellertid ej.

På grund af tallrötternas läge i marken å försöksfältet har jag i regel inskränkt mina undersökningar öfver markens beskaffenhet till skikten mellan ytan och $\frac{1}{2}$ meters djup; endast på enstaka punkter har jag gått djupare, till 90 å 125 cms djup.

Växlingarna i sandens sammansättning och fysikaliska egenskaper.

Markens förmåga att upptaga och kvarhålla vatten beror i hög grad af dess mekaniska beståndsdelar och af dess porositet. Äfven humushalten spelar härvid en viktig roll. Jordens mekaniska beståndsdelar särskiljas dels genom siktning med såll af olika groflek, dels genom slamning i vatten. Ju rikare en jordart är på småkorniga, fina beståndsdelar, dess mer vattenhållande är den. Innan jag ingår på en närmare redogörelse för undersökningarna öfver sandens fysikaliska egenskaper, må emellertid ett kortare meddelande lämnas öfver markprofilens utseende i tallheden.

Humustäcket är ytterst tunt på de kala fälten, men når under träden och i ungsbogen en mäktighet af 5—6 cm., stundom mera. Under humustäcket följer ett mycket utprägladt och nedåt ganska skarpt begränsadt hvitsandsskikt. Dettas mäktighet växlar mycket, från 2 å 3 cm. på enstaka ställen till i genomsnitt 7 å 8 cm., men kan stundom nå ett djup af 14—15 cm. Gränslinjen mellan hvitsanden och den underliggande rödsanden visar därför ett rätt oregelbundet förlopp. Under hvitsanden följer den klart roströda rödsanden, som liksom hvitsanden har en växlande mäktighet från 8—15 cm. Under rödsanden följer ett svagare rödt, mindre starkt vittradt sandskikt, som så småningom öfvergår i den ovittrade underliggande sanden. På ett djup af 25 till 35 cm. under markytan träffas i regel sandskikt, som ännu äro fullkomligt oberörda

af vittringen. Rödsanden är stundom starkt sammankittad af järnföreningar.

Den ovittrade sanden visar både i en och samma profil och ännu mer i på olika punkter tagna profiler en rätt betydande växling med hänsyn till den mekaniska sammansättningen. Ett skikt tämligen grof sand kan öfver- och underlagras af mera fin sand, och i två i hvar-andras närhet tagna gropar kan sanden vara af rätt olika beskaffenhet. Detta beror därpå, att sanden aflagrats i vatten med starkt växlande strömhastighet.

Äfven den undre ovittrade sanden är stundom hopkittad af järnföreningar. De ortstensliknande sandskikten bilda tunna skifvor med plana begränsningsytor både uppåt och nedåt. En närmare beskrifning af dessa bildningar samt af den ortstensartade rödsanden kommer att lämnas i samband med en redogörelse för sandens kemiska egenskaper.

Undersökningarna af sandens växlande fysikaliska egenskaper ha utförts under min ledning å anstaltens laboratorium af fröken G. LAURENTZ samt i några fall af fil. stud. OLOF TAMM.

Vid den mekaniska analysen af sanden ha ATTERBERGS system och metoder kommit till användning. Hans system är ganska praktiskt, vetenskapligt väl grundadt samt synes äfven tillvinna sig internationell användning. Hufvudresultaten af sandanalyserna återfinnas i slutet af detta kapitel. För den som närmare intresserar sig för dessa frågor, meddelas här nedan ganska utförliga tabeller. Primäruppgifterna, på hvilka slutsatserna stödjas, publiceras på detta utförliga sätt, då hittills rätt få undersökningar föreligga på detta område inom vårt land.

En utredning af de olika sandskiktens sammansättning blef första uppgiften för den mekaniska analysen. Följande tabell anger resultaten af denna undersökning. De analyserade sandproven ha samlats på tre skilda platser inom försöksfältet, nämligen i ungsbogen invid Rokån, under en fristående tall med rik föryngring under kronan samt på ett kallt, endast af odugliga tallplantor bevuxet fält.

En granskning af denna tabell visar, att de öfversta sandskikten, hvitsanden och rödsanden, innehålla icke obetydliga mängder lättler. Procenthalten lättler är flera gånger större i de öfversta än i de undre skikten. Äfven mohalten är betydligt större i hvit- och rödsanden än djupare ned i marken. Grofsands- och finsandshalterna visa däremot en mera oregelbunden växling. Enligt ATTERBERGS undersökningar¹ ligger gränsen mellan de vattengenomsläppande, torra sandslagen och de

¹ Studier i jordanalysen 1—6. Landtbruksakademiens handlingar och tidskrift 1903. H. 3. Stockholm 1903.

N:o 1. **Tabell visande den mekaniska sammansättningen hos de öfversta sandskikten i försöksfältet**

Tabelle über die Resultate der mechanischen Bodenanalyse von verschiedenen Proben aus dem Versuchsfelde.

Insamlingsplats för profven Einsamlungs- stelle der Proben.	Profvets läge i marken Lage im Boden.	Profvet i sin helhet Gesammboden.		Finjord [Feinerde.			
		Großjörd Kies. >2 mm.	Finjord Feinerde <2 mm.	Grofsand Grobsand. 2—0,5 mm.	Finsand Feinsand. 0,5—0,2 mm.	Mo Mehlsand. 0,2—0,02 mm.	Lättler Lehm. <0,02 mm.
Ungskog Kiefernjungholz.	Hvitsand						
	Bleisand.	1,4	98,6	8,8	17,2	64,8	9,2
	Rödsand						
	Rotbrauner Sand.	9,0	91,0	24,4	29,0	35,8	10,8
	45 cm:s djup						
	» » Tiefe.	4,0	96,0	53,4	39,1	5,5	2,0
Under tall med återväxt under kronan	Hvitsand						
	Bleisand.	4,3	95,7	27,7	30,1	33,7	8,5
	Rödsand						
Under ena Kiefer mit Jungwuchs.	Rotbrauner Sand.	3,6	96,4	41,3	31,3	18,2	9,2
	45 cm:s djup						
	» » Tiefe.	4,3	95,7	55,0	24,5	16,1	4,4
Obevuxet fält Kahles Feld.	Hvitsand						
	Bleisand.	0,9	99,1	27,7	34,9	27,4	10,0
	Rödsand						
	Rotbrauner Sand.	0,7	99,3	28,2	36,2	23,7	11,9
	45 cm:s djup						
	» » Tiefe.	8,9	91,1	51,0	27,7	17,2	4,1
	75 cm:s djup						
	» » Tiefe.	0,2	99,8	30,1	64,2	3,7	2,0
	90 cm:s djup						
	» » Tiefe.	0,9	99,1	49,5	37,7	9,7	3,1

vattenbehållande, fuktiga vid 0,2 mm. *De öfversta sandlagren i tallheden äro sålunda vida rikare än de undre på sådana beståndsdelar, som förmå kvarhålla den fuktighet, som kommer heden till godo genom nederbörd.*

Förut har omnämnts, att sandlagren på heden afsatts i hastigt rinnande vatten, som slammat bort det finare materialet, men kvarlämnat det gröfre. De öfversta sandlagrens jämförelsevis stora halt af mo och och lättler beror emellertid därpå, att de äro mer eller mindre vittrade, medan de undre äro så godt som alldeles ovittrade. En dylik skillnad mellan de öfversta och de undre sandskikten är vanlig i våra hedar. Nedanstående tabell angifver slamhalten¹ i några jordprof, samlade i en tallhed å kronoparken Bocken, Lycksele revir invid Ume älf. Sanden är här mycket finare än i heden vid Fagerheden. Slamhalten i de

¹ Dessa prof undersöktes i februari 1906, då anstalten ännu icke antagit ATTERBERGS metoder. Slamningen är utförd närmast i öfverensstämmelse med föreskrifterna hos WAHNSCHAFTE. Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Aufl. 2. Berlin. 1903. Slamningen har sålunda skett i en 25 cm. hög cylinder. Första slamningen utfördes 10 min., de öfriga 5 min. efter profvets omröring.

öfversta sandskikten, hvit- och rödsanden är ganska betydande, på en half meters djup däremot ringa.

N:o 2. Tabell visande slamhalten i sandprof från en tallhed å kronoparken Bocken, norra Lycksele revir.

Tabelle über den Gehalt der abschlämbaren Teile einiger Sandproben aus einer Kiefernheide, Staatsforst Bocken, Revier Norra Lycksele

Profvets läge i marken Lage im Boden.	Finjord Feinerde.	Slam i % af finjorden Abschlämbare Teile in %.
Hvitsand		
Bleisand.	100	10,8
Rödsand		
Rotbrauner Sand.	100	6,0
Under rödsand		
Unter dem rotbraunen Sande.	100	5,0
0,5 m:s djup		
» » Tiefe.	100	0,9

Liknande resultat lämnade en undersökning af sandprof från en hed inom Götaströms kronopark i norra Småland, Jönköpings revir. Några prof från en moaflaging invid Voxna älf nära Voxna station visa däremot, att de djupare ned i marken liggande sandskikten kunna vara lika rika på mo och lättler som hvitsanden. Dessa moaflagingar ha emellertid afsatts i stillastående eller föga rörligt vatten.

N:o 3. Tabell visande sandens mekaniska beståndsdelar i några prof från tallheder.

Tabelle über die Resultate der mechanischen Analyse von Sandproben aus einigen Kiefernheiden.

Insamlingsplats för profven Einsammlungs- stelle der Proben.	Profvets läge i marken Lage im Boden.	Profvet i sin helhet Gesamtboden.		Finjord Feinerde.			
		Grofsand Kies. > 2 mm.	Finjord Feinerde. < 2 mm.	Grofsand Grobsand. 2—0,5 mm.	Finsand Feinsand. 0,5—0,2 mm.	Mo Mehlsand. 0,2—0,02 mm.	Lättler Lehm. < 0,02 mm.
Issjöterrass Tallhed Kiefernheide. Småland. Göta- ströms krpk.	Hvitsand						
	Bleisand.	0,5	99,5	41,9	48,5	6,3	3,3
	Rödsand						
	Rotbrauner Sand.	1,1	98,9	33,4	52,3	8,3	6,0
	Under rödsand						
	Unter dem rotbraunen Sande.	0,7	99,3	33,0	62,8	2,4	1,8
Tallhed Kiefernheide. Hälsingland Voxna.	Hvitsand						
	Bleisand.	—	100,0	0,7	1,4	78,9	19,0
	Rödsand						
	Rotbrauner Sand.	—	100,0	0,7	1,4	85,3	12,6
	Oomvandl. sand						
	Unverwitterter Sand.	—	100,0	0,3	1,0	78,4	20,3
Tallhed Kiefernheide. Hälsingland Voxna.	Hvitsand						
	Bleisand.	—	100,0	—	0,4	89,5	10,1
	Oomvandl. sand						
	Unverwitterter Sand.	—	100,0	—	—	89,6	10,4

E. F. NYHOLM¹, som undersökt vittringsförloppet i sandiga moräner, fann halten af finmaterial (under 0,02) störst i hvitsanden, minst i rödsanden. Rödsanden hade dock icke före analysen underkastats någon starkare sönderdelning, hvarför säkerligen en slamning efter ATTERBERGS metod lämnat ett annat resultat². RAMANN³ fann vid sina studier öfver diluviala sandlager, att de öfversta sandskikten voro betydligt rikare på finmaterial än de undre.

Genom vittringen, hufvudsakligen genom humustäckets inverkan, sönderfaller en del gröfre korn i finare partiklar, lättlera och mo. Vittningen sträcker sig emellertid i synnerhet i norra Sverige, endast till ett obetydligt djup ned i marken; 25—35 cm. under ytan är sanden oomvandlad. En mycket stor olikhet i fysikaliskt hänseende råder därför i regel mellan de öfversta och de undre sandskikten i våra sandhedar. Skillnaden sträcker sig emellertid icke blott till den mekaniska sammansättningen, äfven porvolymen eller porositeten är olika i de olika lagren.

Med porvolymen förstår man den sammanlagda volymen af de luftfyllda hål och kanaler, som finnas mellan jordens fasta partiklar i torrt tillstånd. Porvolymen uttryckes i procent af jordens volym och kallas denna procent jordens porositet. Porvolymen är i växtfysiologiskt hänseende en mycket viktig egenskap hos marken. Af den beror dess genomluftning och dess förmåga att upptaga och bibehålla vatten. Porositeten undersökes därigenom, att man bestämmer vikten af en viss volym jord, t. ex. en liter, och jordens specifika vikt. Med kännedom om dessa faktorer beräknas jordens porositet⁴. För att sådana bestämningar skola ha ett större växtfysiologiskt värde måste de emellertid hänföra sig till markens beskaffenhet i naturen. Rena laboratorieförsök ha ett underordnad värde.

¹ Studier öfver Finlands naturliga jordmåner. I. Finska forstföreningens meddelanden. Bd XVIII. Helsingfors 1901.

² Rödsanden är ofta sammankittad till större korn genom järn- och humusföreningar. Dessa konkretioner sönderdelas ej genom kokning med enbart vatten, som NYHOLM i likhet med flera andra använt i sina analyser. Härför fordras användning af syror t. ex. salpetersyra. Jag har t. ex. funnit, att rödsanden är fattigare på finmaterial än hvitsanden, om man uppluckrar profven enbart genom kokning med vatten, användes däremot äfven en syra, sönderfaller rödsanden starkare, så att den vid slamning visar sig rikare på finmaterial än hvitsanden.

³ Ueber die Verwitterung diluvialer Sande. Jahrb. der kgl. preuss. geol. Landesanstalt. 1884.

⁴ Är jordens volymvikt (vikten af en liter jord, sådan den tagits i naturen) V, den absoluta vikten af en liter jord, beräknad på grund af jordens specifika vikt S, beräknas den volym, som de fasta jordpartiklarna intaga i procent af jordens volym, efter formeln
$$\frac{V \cdot 100}{S} = F. \quad 100 - F = P. \quad P = \text{jordens porositet.}$$

Af tabellen framgår att porositeten är störst hos hvitsanden, där den växlar mellan 53,3 % och 58,8 %. Därefter kommer rödsanden med en variation mellan 47,8 % och 56,5 %. De undre, ännu ovittrade sandlagren äro vida mindre porösa. Porositeten är omkring 43—44 % med en växling från 38,8 %—47,9 %. I afseende på porositeten finnes ingen skillnad mellan jorden i ungsbogen, under träden och på de kala, obevuxna fälten.

RAMANN har gjort en del liknande undersökningar af sandjordar i norra Tyskland och kommit till samma resultat angående porositetens växling på olika djup i marken. Jämförda med de tyska undersökningarna höra de öfversta skikten i försöksfältet till de tätt lagrade sandjordarna.¹

Med jordens vattenkapacitet förstår man dess förmåga att upptaga och under en längre eller kortare tid kvarhålla en viss kvantitet vatten. Vattenkapaciteten beror af markens mekaniska beståndsdelar, af dess porositet och dess lagring. Man plägar tala om jordens minsta eller största vattenkapacitet. Den minsta vattenkapaciteten utgör ett mått på den mängd vatten, som kvarhållas af marken och icke rinner ned i djupare lager, den största vattenkapaciteten åter är ett mått på den vattenmängd, som jorden förmår fasthålla i närheten af grundvattnet.

Den högsta vattenkapaciteten kan bestämmas genom laboratorieförsök. För detta ändamål har användts en af WAHNSCHAFTE närmare beskrifven apparat.² Jorden, som skall undersökas, fylls i zinkcylindrar, hvilkas botten utgöres af ett fint metallnät. Zinkcylindrarna placeras i ett kärl med vatten, som räcker c:a en half cm. ofvan cylinderns botten. En glaskupa ställes öfver de jordfyllda cylindrarna för att skydda dem mot afdunstning. Genom vägning bestämmes den mängd vatten, som jorden uppsuger. Mot laboratorieförsöket kan alltid anmärkas, att jorden aldrig blir på samma sätt packad i kärnen som i naturen, ofta blir den tätare sammanpressad. Af de i nedanstående tabell meddelade siffrorna framgår nämligen, att porositeten är betydligt mindre hos jorden i cylindrarna än i marken. Dessa bestämningar bidraga dock i sin mån att belysa de olika, fysikaliska egenskaper, som jordar af olika mekanisk sammansättning äga.

Af de i tabellen n:o 5 meddelade siffrorna framgår att *vattenkapaciteten är störst hos hvitsanden, därefter hos rödsanden. De ovittrade sandskikten ha en betydligt lägre vattenkapacitet än de öfre vittrade.* Den på 1 m:s djup å ett ställe anträffade mjälan har däremot ungefär samma

¹ Jmfr. RAMANN. Bodenkunde. II. Aufl. 1905. sid. 231.

² Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. II Aufl. Berlin 1903, sid. 162.

N:o 5. **Tabell öfver vattenkapacitetsbestämningar hos jordprof från försöksfältet.**

Tabelle über Wasserkapazitätsbestimmungen an Bodenproben aus dem Versuchsfelde.

Profvens insamlingsplats Einsamlungsstelle der Proben.	Profvens art Beschaffenheit der Proben.	Vikt å 200 cm. ³ Gewicht von 200 kcm.	Porositet hos profven i försöken Porosität der Proben im Versuche.	Absorberadt vatten Absorbiertes Wasser. gr.	Absorberadt vatten Absorbiertes Wasser. %
Ungskog Kiefernjungholz.	Hvitsand	262,0	49,0	86,5	33,02
	Bleisand. Rödsand Rotbrauner Sand	273,2	43,6	71,6	26,21
Under tall med för yngning Unter einer freistehenden Kiefer mit Jungwuchs.	Hvitsand	269,6	46,3	80,9	30,01
	Bleisand. Rödsand	280,4	43,7	62,0	22,11
	Rotbrauner Sand 45 cm:s djup » » Tiefe.	338,4	34,4	49,6	14,66
Obevuxet fält Kahles Feld.	Hvitsand	265,5	49,3	79,5	29,94
	Bleisand. Rödsand.	273,3	44,9	70,9	25,94
	Rotbrauner Sand				
	Under rödsand				
	Under dem rotbraunem Sande.	338,1	—	52,6	15,56
	45 cm:s djup » » Tiefe.	332,1	39,2	36,3	10,93
	75 » djup » » Tiefe.	330,7	37,6	58,6	17,72
	90 » djup » » Tiefe.	340,0	35,8	49,7	14,62
	100 » djup Mjåla 100 cm Tiefe. Mehlsand.	277,0	—	82,1	29,64

vattenkapacitet som hvitsanden. Detta resultat var ju också att vänta på grund af den olikhet, som de olika sandskikten sins emellan förete, i afseende på den mekaniska sammansättningen. Af de i denna tabell meddelade hvitsandsprofven har det, som tagits i ungskogen den största vattenkapaciteten, den minsta åter profvet från det obevuxna fältet. Detta är emellertid en ren tillfällighet, hvilket nogsamnt framgår af nedan anförda försök, som visa en mera oregelbunden växling.

N:o 6. **Tabell öfver vattenkapacitetsbestämningar hos hvitsandsprof från ungskogsbestånd och kala fält.**

Tabelle über Wasserkapazitätsbestimmungen an Bleisandsproben aus Jungholzbeständen und kahlen Feldern.

	Obevuxet fält Kahles Feld.	Ungskog Kiefernjungholz.
Vattenkapacitet	37,2	30,1
	27,0	35,8
Wasserkapazität.	24,9	23,3
	32,1	20,8

Den betydande skillnad, som de i olika nivåer, men för öfrigt på samma plats tagna sandprofven sins emellan visa, är däremot ingen tillfällighet. Detta framgår nog samt af de i nedanstående tabell meddelade undersökningarna, som ådagalägga, att hvitsanden och rödsanden ha vida större vattenkapacitet än de ovittrade sandskikten, äfven om dessa senare äro mycket finkorniga.

N:o 7. **Tabell öfver vattenkapacitetsbestämningar hos sandprof från olika tallhedar.**

Tabelle über Wasserkapazitätsbestimmungen an Sandproben aus verschiedenen Kiefernheiden.

Profvens insamlingsort Einsammlungsstelle der Proben.	Profvets art Beschaffenheit der Proben.	Vikt å 200 cm. ³ Gewicht von 200 ccm.	Absorberadt vatten Absorbiertes Wasser. gr.	Absorberadt vatten Absorbiertes Wasser. %
Tallhed Kiefernheide. Lappland, Lycksele.	Hvitsand	188,2	93,9	49,89
	Bleisand.			
	Rödsand	294,2	62,0	21,07
	Rotbrauner Sand.			
	Under rödsand			
	Unter dem rotbraunem Sande.	343,3	55,5	16,17
Tallhed Kiefernheide. Helsingland, Voxna.	Hvitsand	247,4	84,0	33,95
	Bleisand.			
	Rödsand	256,2	91,4	35,68
	Rotbrauner Sand.			
	Oomvandlad sand			
	Unverwitterter Sand.	273,4	84,5	30,91
Tallhed Kiefernheide. Helsingland, Voxna,	Hvitsand	228,1	98,5	43,18
	Bleisand.			
	Oomvandlad sand			
	Unverwitterter Sand.	293,0	83,8	28,6

De öfversta sandskiktens vattenkapacitet beror ock utom af deras sammansättning i någon mån däraf, att de innehålla några procent humusämnen, hvilka saknas eller nästan saknas i de understa skikten. Hur pass stor roll dessa spela, har jag emellertid ej genom försök sökt utröna.

Här omnämnda vattenkapacitetsbestämningar afse som förut nämnts den största vattenkapaciteten, som spelar en mindre viktig roll för växter å sandhedar, där grundvattnet i regel står lågt¹. De äro dessutom utförda å sandprof, som icke befunnit sig i sin naturliga lagring. För att komma de naturliga förhållandena så nära som möjligt, har jag emellertid utfört några vattenkapacitetsbestämningar i den orubbade marken. Detta har tillgått på så sätt, att en plåtcylinder af 16 cm:s diam. neddrifvits i sanden. En några cm. hög kant har skjutit upp

¹ På den ifrågasvarande sandheden varierar grundvattenståndet enligt mätningar af kronojägare ENSTRÖM i brunnen vid Fagerheden mellan 4,2 och 5,6 m. under markytans nivå.

öfver markytan. I cylindern nedhölldes vatten, efter en tid bestämdes fuktigheten hos de i cylindern inneslutna jordskiktet. Detta blir då den minsta vattenkapaciteten, bestämd under så naturliga förhållanden som möjligt.

I cylindern nedhölldes c:a 7 liter vatten, efter ett par timmar bestämdes fuktigheten i jorden.

N:o 8. **Tabell öfver den minsta vattenkapaciteten hos sand i naturlig lagring.**

Tabelle über die kleinste Wasserkapazität des Sandes in natürlicher Lagerung.

Profvens beskaffenhet Beschaffenheit der Proben.	Det fuktiga profvets vikt Gewicht der feuchten Probe.	Det torra profvets vikt Gewicht der trockenen Probe.	Vatten Wasser. gr.	Fuktighet Feuchtigkeit. %
Hvitsand				
Bleisand.	359,1	289,5	69,6	24,—
Rödsand				
Rotbrauner Sand	245,7	205,4	40,3	19,6
Under rödsand				
Unter dem rotbraunen Sande.	439,0	390,0	49,0	12,6
45 cm:s djup				
» » Tiefe	648,9	612,2	36,7	6,—

Af ofvanstående tabell framgår, att denna försöksmetod lämnat i stort sedt samma resultat som den förut använda. Vattenkapaciteten är störst i hvitsanden, därefter i rödsanden, ännu något mindre i den undre rödsanden och slutligen visar den ovittrade sanden en betydligt mindre vattenkapacitet än de ofvanliggande, vittrade sandskikten. Ehuru siffrorna äro lägre på alla punkter, är dock ordningsföljden densamma som vid bestämningarna af den högsta vattenkapaciteten.

Af båda försöken framgår sålunda, att *de öfversta sandskikten å sandhedar ha den största förmågan att upptaga och kvarhålla den fallande nederbörden. Skillnaden mellan de öfversta och de djupare liggande sandskikten är i detta afseende högst väsentlig.*

Den redogörelse, som här lämnats öfver de fysikaliska egenskaperna hos sanden på försöksfältet kan lämpligen sammanfattas på följande sätt:

1). *Vittringen af sanden sträcker sig till ett djup af 25—35 cm. under markytan.*

2). *De af vittringen angripna sandskikten äro mycket rikare på mo och lättler än de undre, ovittrade.*

3). *Porositeten är större i de öfversta än i de undre sandskikten.*

4). *De öfversta sandskikten äro något mullhaltiga, de nedre däremot icke mullhaltiga.*

5). *De öfversta sandskikten — hvitsanden, rödsanden och undre rödsanden — till ett djup af 25—35 cm. i marken ha på grund af dessa egenskaper vida större förmåga att upptaga och kvarhålla nederbörden än de undre.*

6). *Observationer från andra tallhedar i Norrland ådagalägga, att dessa olikheter mellan olika sandskikt ingalunda äro något särskildt utmärkande för försöksfältet vid Fagerheden. Sandhedarna visa tvärtom i regel dylika skillnader mellan de öfversta, vittrade och de underliggande, ovittrade sandskikten.*

För att studera frågan angående fuktighetens inflytande på tallhedens föryngring är det emellertid icke nog med att känna sandens förhållande till vatten. Det gäller också att närmare utreda, hur fuktigheten under vegetationsperioden faktiskt är fördelad i tallheden, hvar sanden är fuktigast, hvar den är torrast samt hvad olikheterna spela för roll för skogens föryngring.

Följande kapitel redogör närmare för de studier, som utförts för att utreda denna fråga.

Observationer öfver fuktighetens fördelning i tallheden och dess samband med föryngringen.

Undersökningarna häröfver ha anställts somrarna 1906, 1908 och 1909 samt i någon mån äfven under hösten 1909. De flesta och för saken mest belysande observationerna gjordes sommaren 1908, som var särdeles lämplig för dylika studier.

Observationerna ha utförts på så sätt, att på samma dag sandprof insamlats på olika platser på heden, nämligen under träd med riklig föryngring, i ungskogarna samt på de kala fälten, där det endast finns odugliga plantor. Profven ha tagits med det förut omtalade instrumentet, rymmande en liter jord, inneslutits i väl slutna bleckflaskor, vägts, lufttorkats och ånyo vägts. Skillnaden mellan den första och andra vägningen angifver den mängd vatten, som fanns i en liter jord. En del af hvarje prof har hemförts till Stockholm för mekanisk analys. I en del fall har äfven specifika vikten bestämts för beräkandet af jordens porositet. De erhållna resultaten återfinnas i tabellerna nr: 11—13, som åtfölja denna del af uppsatsen. Fuktigheten angifves dels genom den viktsmängd vatten, som fanns i en liter jord, dels genom vattenhalten i procent af den torra jordens vikt. I tabellerna finnas dessutom uppgifter om jordprovrens mekaniska beståndsdelar. Då en fullständig analys enligt ATTERBERGS system af en sådan massa prof skulle varit allt-

för tidsödande och besvärlig, har jag nöjt mig med att uppdelat finjorden i endast två kornstorleksgrupper, nämligen öfver och under 0,2 mm., således i vattengenomsläppande och vattenbehållande sandslag (ATTERBERG, citeradt arbete). Denna indelning har i många fall visat sig vara af stor nytta vid bedömandet af de faktorer, som betingat jordprovets vattenhalt.

För att rätt kunna bedöma observationsresultaten, erfordras emellertid närmare upplysningar om väderleken under de somrar, undersökningarna anställdes. Vid Fagerheden finnes sedan år 1905 en nederbördsstation, upprättad genom försöksanstaltens försorg. Observationerna verkställas af kronojägaren inom bevakningstrakten, J. G. ENSTRÖM.

Sommaren 1906 utfördes hedundersökningar endast i början af augusti månad, nämligen den 4:de och den 8:de. Maj och juni månader hade varit fuktiga, i Norrbotten hade nederbörden i medeltal varit högre än den normala. Juni månad hade vid Fagerheden haft en nederbörd af 42,7 mm. Det mesta kom i form af smärre regn i början och midten af månaden, nederbördsdagarnas antal var 10. 23—31 juli föll inte en regndroppe, medan himlen hela tiden var klar och temperaturen hög. Temperaturen var i medeltal i öfre Norrland omkring en grad öfver den normala. Det vackra och varma vädret fortsatte under början af augusti månad, den första hade man i Piteå 30,5° i skuggan. Den 3:dje aug. föll vid Fagerheden 3 mm. regn, den 6:te aug. kom en regnskur på 0,2 mm., augusti månad hade i sin helhet en nederbördsmängd af 54,0 mm. fördelade på 17 nederbördsdagar, hvaraf endast tre med 5 mm. eller därutöfver. I början af augusti månad rådde torka, till stor del tack vare den höga temperaturen och de många klara dagarna under juli månad. Myrarna voro torra i ytan och de förumpade skogarna företedde ett ganska främmande utseende, därigenom att *sphagnum*-tufvorna ofta voro aftorkade i spetsarna.

Sommaren 1907 var kall och fuktig. Under den tid, som försöksanstaltens arbeten voro förlagda till Fagerheden, var vädret särdeles ogynnsamt med storm och regn. Några undersökningar öfver sandens fuktighet anställdes därför icke.

Sommaren 1908 bedrefvos hedundersökningarna å Fagerheden från den 27:de juli t. o. m. den 17:de aug. Maj månad var torr, å Fagerheden föll endast 8 mm:s nederbörd, fördeladt på fem nederbördsdagar, i Norrbotten var nederbörden i medeltal under den normala, nämligen 16,2 mm., medan normaltalet är 27,6. Juni månad var däremot fuktig, i Norrbotten var nederbörden vida högre än den normala, nämligen i medeltal 45,5 mot normaltalet 33,3. Å Fagerheden uppmättes ej mindre än 54,4 mm. på 12 nederbördsdagar, hvaraf 4 med 5 mm:s nederbörd

eller högre. Temperaturen var lägre än den normala. Juli månad var torrare än juni, nederbördsmängden var i Norrbotten under den normala 50,8 — mot 60,2 mm., vid Fagerheden uppgick den till 55,5 mm. nederbördsdagarnas antal var 13, hvaraf 4 hade en nederbörd af 5 mm., eller därutöfver. Augusti månad var särdeles torr, i Norrbotten var nederbörden i medeltal under den normala, nämligen 34,3 mm. mot normaltalet 71,7. Vid Fagerheden uppmättes endast 18,9 mm., nederbördsdagarnas antal var 7, af hvilka endast 2 hade mer än 5 mm., båda dessa tillhörde slutet af månaden, nämligen den 27:de och 28:de. Temperaturen var högre än den normala, på middagarna visade termometern ofta 23 till 25° i skuggan, dagarna voro i regel klara, molnfria.

Augusti månad gestaltade sig därför som en verklig torrperiod. Den höga värmen och det klara solskenet om dagarna befordrade i hög grad afdunstningen. Redan den 8:de aug. började kornåkrarna på sandjord att gulna och hotade att brådmogna. Potatisblasten började samtidigt att lida af torkan, i midten af månaden var den å sandåkrarna nästan fullständigt nedvissnad. Ännu mer gjorde sig nederbördsbristen gällande å den naturliga vegetationen. De försumpade granskogarna förändrade ganska mycket sitt utseende, därigenom att *sphagnum*täcket torkade och sammanskrumpnade i ytan. Smärre bäckar uttorkade, i de större fanns endast obetydligt med vatten. Många kalkkällor utsinade. Stora, alldeles orörda myrar blefvo så torra i ytan, att man skulle kunna ha trott, att de blifvit torrlagda genom dikning. I flarkarna fanns intet vatten, växter som varit vana att växa i ett par fots vatten, lågo slakt utbredda på den torrlagda, svarta dyn.

Sommaren 1909 var af en annan natur. Maj och juni voro torra, nederbörden var mindre än den normala, maj var kall, men juni ganska varm. Juli var fuktig, nederbördsmängden var i Norrbotten i medeltal större än den normala. Vid Fagerheden uppmättes icke mindre än 127,5 mm. på 15 nederbördsdagar, af hvilka 5 hade mer än 5 mm. Nederbörden föll hufvudsakligen i senare delen af månaden, från den 11:te t. o. m. den 29:de. Augusti månad under hvilken observationerna öfver sandens fuktighet verkställdes, var regnig. Å Fagerheden mättes icke mindre än 120,0 mm. på 17 nederbördsdagar, nederbörden var i Norrbotten vida högre än den normala, nämligen 92,7 mm. mot medeltalet 71,7. Detta år gjordes äfven några observationer öfver hedens fuktighet under oktober månad¹. September var regnig, nederbörden i Norrbotten var högre än den normala, vid Fagerheden upp-

¹ De för fuktighetsbestämningarna erforderliga jordproven insamlades under denna månad enligt lämnade anvisningar af kronojägaren J. ENSTRÖM, som nedsände sandproven i väl slutna glaskärl till skogsförsöksanstalten, där de närmare undersöktes.

gick den till 51,3 mm., nederbördsdagarnas antal var 11. Äfven oktober var fuktig, nederbörden var större än den normala, vid Fagerheden mättes icke mindre än 96,9 mm., hvaraf 27 mm. före den 10:de okt., då jordproven för fuktighetsbestämningarna togos.

Sommaren och hösten 1909 voro sålunda i sin helhet fuktiga och regniga.

Undersökningarna öfver fuktighetens mängd och fördelning i heden ha sålunda verkställts

- 1) under en någorlunda normal och vacker sommar (sommaren 1906);
- 2) under en synnerligen skarpt utpräglad torrperiod (juli—aug. 1908);
- 3) under en mycket fuktig sommar och höst (aug. och okt. 1909).

Det största intresset knyter sig utan tvifvel till observationerna under torrperioden. Den roll, som fuktigheten i sanden kan spela för skogens förnygring, bör då framträda klarare och tydligare än under fuktiga år. Under nederbördsrika somrar är dessutom jorden ofta genomgående så fuktig, att äfven sådan mark, som på grund af sin fysikaliska beskaffenhet i regel är torr, innehåller mer än tillräckligt med vatten för vegetationens behof.

I föregående kapitel redogjordes närmare för sandens olika sammansättning på olika platser och på olika nivåer på en och samma plats. Af denna redogörelse framgick att det fanns en mycket stor skillnad mellan de öfversta och nedre sandskikten i afseende på mekaniska beståndsdelar, porositet och vattenkapacitet, så att de öfversta sandskikten hade den största förmågan att upptaga och kvarhålla den fallande nederbörden. Några af de under sommaren 1908 gjorda observationerna må belysa den roll, som dessa egenskaper hos de olika skikten spela i naturen.

I nedanstående tabeller finner man uppgifter om sandens sammansättning, porositet och fuktighet på olika djup.

De i tabellen meddelade siffrorna visa nogsamt, att fuktighetens fördelning på olika djup i det närmaste beror af sandens sammansättning och porositet. Hvitsanden är fuktigast, därefter kommer rödsanden. De ovittrade sandskikten på ett djup från 45 till 90 cm. innehålla mycket mindre vatten än de öfversta. Beräknas vattentillgången per volymsenhet jord innehåller hvitsanden ungefär 2,5 gånger så mycket vatten som de ovittrade sandskikten. Det är dessutom att märka, att denna serie är tagen den 15:de aug., då en utpräglad nederbördsbrist rådde i trakten. Den på 1 m:s djup anstående mjålan är däremot fuktigare än de öfversta sandskikten. Den innehåller per liter jord 359,4 gr. vatten, medan hvitsanden på samma volymsenhet innehåller 107,0 gr. Emellertid spelar detta mjålskikt ingen roll för vegetationen, då det har en rent

N:o 9. **Tabell öfver sandens sammansättning, porositet och fuktighet på olika djup.**

Tabelle über die mechanischen Bestandteile, die Porosität und Feuchtigkeit des Sandes in verschiedenen Tiefen.

Profvets art Beschaffenheit der Probe.	Profvet i sin helhet Gesamtboden.		Finjord Feinerde.		Porositet Porosität.	Fuktighet Feuchtigkeit.	
	Groffjord Kies.	Finjord Feinerde.	2—0,2 mm.	< 0,2 mm.		Per liter Pro Liter. gr.	%
Hvitsand							
Bleisand.	0,8	99,2	62,7	37,3	58,8	107,0	9,9
Rödsand							
Rotbrauner Sand.	0,7	99,3	64,5	35,5	54,9	96,0	8,5
45 cms djup Tiefe.	8,9	91,1	78,7	21,3	43,7	41,9	2,7
75 » » »	0,2	99,8	94,3	5,7	43,6	42,3	2,8
90 » » »	0,9	99,1	87,2	12,8	44,3	47,4	3,2
100 » » »	—	100,0	5,6	94,4	50,1	359,4	27,6
Mjåla							
Mehlsand.							

lokal förekomst, 5—6 m. därifrån saknas det. Endast en enstaka tallrot anträffades för öfrigt i mjålan.

Alldeles liknande resultat visar en profserie från en annan del af de med odugliga plantor beväxna kala fälten. Denna serie är tagen något tidigare i augusti, då torkan ännu icke blifvit så svår.

N:o 10. **Tabell visande sandens beskaffenhet och fuktighet å olika djup.**

Tabelle über die Beschaffenheit und Feuchtigkeit des Bodens in verschiedenen Tiefen.

Profvets art Beschaffenheit der Probe.	Profvet i sin helhet Gesamtboden.		Finjord Feinerde.		Fuktighet Feuchtigkeit.	
	Groffjord Kies.	Finjord Feinerde.	2—0,2 mm.	< 0,2 mm.	Per liter Pro Liter. gr.	%
Hvitsand						
Bleisand.	5,5	94,5	63,6	36,4	159,0	13,6
Rödsand						
Rotbrauner Sand.	6,3	93,7	67,2	37,8	128,7	10,4
45 cms djup						
» » Tiefe	3,7	96,3	72,4	27,6	58,4	4,0
65 » djup						
» » Tiefe	6,7	93,3	96,0	4,0	28,8	2,0
90 » djup						
» » Tiefe	—	100,0	74,0	26,0	38,8	2,9
125 » djup						
» » Tiefe	2,9	97,1	48,4	51,6	75,0	5,3

Äfven i denna serie anträffades ett mera finkornigt sandlager å 125 cms djup. Dess vattenhalt understeg dock såväl hvitsandens som rödsandens i samma profil.

Af dessa tvenne serier framgår tydligt nog den betydelse, som sandens mekaniska sammansättning har för den fuktighet, som den förmår bevara. De öfversta sandlagren innehöllo mycket mera vatten än de öfriga, trots att de insamlats under en utpräglad torrperiod.

De observationer, som gjorts öfver jordens fuktighet, somrarna 1906 och 1908 samt sommaren och hösten 1909 äro sammanställda i tabellerna nr:s 11 och 13. Observationsmaterialet publiceras på detta sätt till tjänst för dem, som möjligen ämna göra liknande undersökningar eller som önska bearbeta de gjorda iakttagelserna ur någon annan synpunkt än den jag använt. Jag skall emellertid icke trötta läsaren med att anföra en mängd siffror ur detta material, utan vill nöja mig med att framhålla de slutsatser, som kunna dragas ur observationerna.

De undersökningar, som inneslutas i dessa tabeller, ha närmast haft till syftemål att utreda, om återväxten omkring de gamla träden eller trädens utveckling i ungskogarna gynnas af någon större fuktighet hos sanden, och om å andra sidan sanden på de kala fälten blir så uttorkad, att plantorna därigenom bli försvagade. Den roll, som en eventuell vattenbrist kan spela för föryngringens utveckling bör tydligen skarpast framträda under en torrperiod. Observationerna under augusti 1908 äro därför de mest belysande.

En granskning af tabellerna ger vid handen, att fuktigheten i synnerhet i senare delen af torrperioden var störst å de kala fälten, minst under träden med rik föryngring under kronan eller i ungskogarna. De skarpaste skillnaderna finner man i de öfversta sandskikten. Särskildt upplysande äro några observationer verkställda den 13:de aug. I en kraftigt växande, synnerligen vacker ungskog (fotograferad i bild 8) innehöllo hvit- och rödsanden resp. 43,7 och 47,2 gr. vatten per liter jord, medan samma sandskikt å ett cirka 30 m. därifrån beläget kalt fält innehöllo resp. 189,8 gr. och 114,3 gr. Äfven å en half m:s djup fanns en olikhet i samma riktning mellan de båda platserna. Liknande skillnader iakttogos mellan ungskogen, observationsserien n:o 16, och det kala fältet, observationsserien n:o 17 i tabell n:o 12.

Under torrperioden 1908 voro sålunda de öfversta, vittrade sandskikten å de kala fälten de vattenrikaste, som öfverhufvud funnos å heden. Äfven på en half m:s djup var sanden i regel fuktigare på de kala fälten än under träden och i ungskogarna, ehuru sandens växlande sammansättning här kunde framkalla en del oregelbundenheter. De små plantorna på heden voro sålunda genom att de voro rotade i den fuktigaste sanden minst utsatta för vattenbrist under torrperioden 1908. Liknande resultat hafva observationerna sommaren 1906 lämnat.

De få observationer, som gjordes det nederbördsrika året 1909 visa, att en större fuktighet rådde i de undersökta ungskogarna än på de

öppna fälten, mindre tillgång på vatten däremot under trädet med föryngring under kronan. Detta beror åtminstone till väsentlig del därpå, att i en del af de undersökta fallen sanden från ungsbogen varit mera rik på finmaterial än sanden på de öppna fälten, den förra har haft större vattenkapacitet. Större finhet hos sanden gynnar utan tvifvel föryngringen och kan ha varit en bidragande orsak till ungsbogens utveckling på dessa platser. Dessa egenskaper hos sanden ha dock icke någon afgörande betydelse. Man finner såsom tabellerna nr:s 11—13, n:o 6 och n:o 4 visa, ingen direkt öfverensstämmelse mellan föryngringens beskaffenhet och sandens sammansättning, porositet och vattenkapacitet.

Af observationerna framgår sålunda dessutom, att de i närheten af de gamla träden uppväxande plantorna samt träden i ungsboga, äro underkastade mycket större växlingar i sandens fuktighet än de små, odugliga tallplantorna å de kala fälten. Under perioder med fuktig väderlek innehåller sanden på de öppna fälten betydande mängder vatten, om icke alltid så mycket som sanden i ungsboga, under torrperioder är sanden t. o. m. fuktigare på dessa platser än annorstädes. Tallplantorna å de öppna fälten lida hvarken af fuktighet eller af vattenbrist, de stå rotade i sand med någorlunda konstant vattentillgång. Orsaken till den långsamma föryngringen och plantornas usla beskaffenhet kan därför svårigen sökas i bristande vattentillgång i mineraljorden.

Förklaringen till dessa här omnämnda företeelser ligger dels i sandlagrens fysikaliska beskaffenhet, dels också i trädens förmåga att uttorka marken. Vid nederbörd upptaga sandskikten växlande mängder vatten, allt efter deras vattenkapacitet. Under torrperioder uttorkar sanden förnämligast på grund af vegetationens transpiration. Vattenförbrukningen är starkast i ungsboga och omkring de gamla kvarlämnade träden, medan den sparsamma vegetation å de kala fälten förbrukar jämförelsevis ringa mängder vatten. De kala fälten skyddas dessutom mot afdunstning af det tunna humustäcket, som ligger som en filt eller ett täcke öfver sanden, utestängande denna för direkt bestrålning.

Under helt andra afdunstningsbetingelser än sanden befinner sig däremot humustäcket. Å de kala fälten är det direkt utsatt för vind och sol, under de fristående träden och i ungsbogen däremot mer eller mindre beskuggadt. Medan sanden är fuktigast på de kala fälten och torrast i ungsboga och under de fristående träden, råder ett motsatt förhållande med humustäcket. Det blir mest uttorkadt på de kala fälten, minst i ungsboga och under träden. Detta framgår tydligen af i tabell n:o 14 meddelade observationer.

Förut har omnämnts att tallarnas höjdtillväxt blir ganska snabb,

sedan de nått en höjd af omkring ett par meter. Detta sammanfaller ungefär med den tidpunkt, då marken af tallkronan blir så mycket beskuggad, att humustäcket äfven under torrperioder kan bibehålla en viss fuktighet. Sålunda observerades att humustäcket under en ung tall, som börjat att öka sin höjdtillväxt, ännu den $17/8$ hade en fuktighet af 25,9 %, medan det obeskuggade humustäcket i närheten af tallen hade en fuktighet af endast 5,5 %. Genom att humustäcket blir så starkt uttorkadt, får det ock en helt annan beskaffenhet på de kala fälten än under träden och i ungskogarna. Under de uppväxande trädens tillväxt och med tilltagande beskuggning förändras emellertid så småningom det förut starkt uttorkade humustäcket. Tiden för trädens snabbare höjdtillväxt synes sammanfalla med tiden för humustäckets förvandling genom kraftigare beskuggning. Till dessa frågor skall jag emellertid med det snaraste återkomma.

Den undersökning öfver fuktighetens fördelning och dess förhållande till skogens föryngring å sandheden vid Fagerheden, som varit föremål för behandling i denna uppsats, har sålunda ledt till följande resultat.

1) *De öfversta sandskikten på heden äro de mest vattenbehållande på grund af sin fysikaliska beskaffenhet.*

2) *Vid riklig nederbörd är sandens fuktighet beroende af dess vattenkapacitet. I en och samma profil äro därför hvitsanden och rödsanden fuktigare än de undre sandskikten. På olika ställen af heden växlar fuktigheten efter sandens beskaffenhet.*

3) *Under torrperioder äro de öfversta sandskikten på de kala fälten de fuktigaste å hela heden, medan motsvarande sandskikt under fristående träd med riklig föryngring under kronan samt i ungskogarna starkt uttorkas på grund af trädens transpiration.*

4) *De på de kala fälten talrikt förekommande oväxtliga tallplantorna äro under torrperioder i mindre grad utsatta för vattenbrist än träden i ungskogarna och återväxten kring de fristående träden. Deras rötter äro nämligen rotade i den sand, som har den mest konstanta fuktigheten.*

5) *Humustäcket uttorkas däremot mycket starkare på de kala fälten än under träden och i ungskogarna. Det är där också mycket tunnare och af en annan beskaffenhet, men ligger som en tät filt öfver sanden, skyddande denna för afdunstning.*

Fuktighetens fördelning i sandheden förklaras på ett fullt tillfredsställande sätt af att de öfversta sandskikten äro de starkast vittrade och af skogens vattenförbrukning. Därtill kommer att de kala fälten mellan träden endast hysa en mycket sparsam vegetation, som förbrukar obetydligt med vatten. De å Fagerheden vunna resultaten ha därför

utan tvifvel sin giltighet äfven för andra norrländska tallhedar å sand. Äfven å dessa äro de öfversta sandskikten de mest vittrade och markbetäckningen fattig.

Huru förhållandena gestalta sig i tallhedar å moränmarker, må kommande undersökningar afgöra. Redan gjorda observationer synas antyda att analoga, om dock ej alldeles samma företeelser där göra sig gällande.

De vunna resultaten visa, att hedarnas långsamma föryngring icke är en fuktighetsfråga så till vida, att den öfversta mineraljorden innehåller för litet vatten för plantornas trefnad. Endast själfva humustäcket är abnormt uttorkadt. Experiment för att afgöra, om humustäckets beskaffenhet är det egentliga hindret för plantornas utveckling, ha redan igångsatts. I nästkommande uppsats om tallhedarnas föryngringssvårigheter, som skall behandla näringstillgången i sandhedarna och humustäckets växlande beskaffenhet, komma äfven dessa experiment att närmare omtalas.

N:o 11. **Tabell öfver fuktighetsundersökningar augusti 1906.**

Tabelle über Wasserbestimmungen im Boden August 1906.

Datum.	Insamlingsplats Einsamlungs- stelle.	Profvets art Beschaffenheit der Proben.	Profvet i sin helhet Gesammboden.		Finjord Feinerde.		Fuktighet Feuchtigkeit.	
			Grofsand Kies.	Finsand Feinerde.	2-0,2mm.	<0,2 mm.	Pr liter. Pro Liter gr.	%
4 augusti	Obevuxet fält Kables Feld.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	105,9	9,0
		0,5 m:s djup » » Tiefe.	1,3	98,7	96,2	3,8	38,0	2,7
		1 m:s djup » » Tiefe.	5,3	94,7	99,6	0,4	41,6	2,7
	Under tall Unter einer Kiefer.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	155,2	13,0
		0,5 m:s djup » » Tiefe.	0,3	99,7	99,6	0,4	27,3	1,9
	Under gran Unter einer Fichte.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	81,1	6,3
8 augusti	Obevuxet fält Kables Feld.	0,5 m:s djup » » Tiefe.	6,6	93,4	97,2	2,8	28,4	2,0
		1 m:s djup » » Tiefe.	—	—	—	—	—	—
		2 m:s djup » » Tiefe.	—	—	—	—	—	—
	Under tall Unter einer Kiefer.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	130,9	10,9
		0,5 m:s djup » » Tiefe.	0,9	99,1	95,4	4,6	49,0	3,4
		1 m:s djup » » Tiefe.	2,5	97,5	99,8	0,2	27,6	1,8
	Under gran Unter einer Fichte.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	41,3	3,6
		0,5 m:s djup » » Tiefe.	1,1	98,9	81,4	18,6	23,9	1,6
		1 m:s djup » » Tiefe.	0,9	99,1	81,2	18,8	66,3	4,2
8 augusti	Under gran Unter einer Fichte.	Hvitsand Bleisand.	—	—	—	—	63,0	5,9
		0,5 m:s djup » » Tiefe.	5,4	94,6	78,8	21,2	62,4	3,8
		1 m:s djup » » Tiefe.	1,0	99,0	95,4	2,3	43,3	2,8

N:o 12. **Tabell öfver fuktighetsundersökningar juli—aug. 1908.**

Tabelle über Wasserbestimmungen im Boden Juli—Aug. 1908.

Datum.	Insamlingsplats Einsamlingsstelle.	Profvens art. Beschaffenheit der Proben.	Profvet i sin helhet. Gesamtboden.		Finjord. Feinerde.		Fuktighet Feuchtigkeit	
			Grofd Kies	Finjord Feinerde	2—0,2mm.	<0,2mm.	Pr liter Pro Liter gr.	%
27 juli.	N:o 1. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand Bleisand.	1,4	98,6	65,2	34,8	129,7	11,6
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	13,7 3,5	86,3 96,5	55,4 58,8	44,6 41,2	90,15 6,02	7,4 0,4
	N:o 2. Under tall med föryngring. Under Kiefer mit Verjüngung.	Hvitsand Bleisand.	7,8	92,2	47,6	52,4	138,7	12,1
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	7,9 7,6	92,1 92,4	58,4 99,2	41,6 0,8	111,3 32,8	9,7 2,2
28 juli.	N:o 3. Gles ungskog. Lichtes Kiefernjungholz.	Hvitsand Bleisand.	3,6	96,4	73,8	26,2	126,1	11,1
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	3,2 3,4	96,8 96,6	97,6 99,8	2,4 0,2	53,4 30,6	4,1 2,1
	N:o 4. Gles ungskog. Lichtes Kiefernjungholz.	Hvitsand Bleisand.	6,5	93,5	58,6	41,4	113,1	10,0
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	4,2 0,3	95,8 99,7	57,6 90,4	42,4 9,6	72,9 45,3	5,8 3,3
29 juli.	N:o 5. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand Bleisand.	3,3	96,7	70,8	29,2	174,1	17,7
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	2,8 4,8	97,2 95,2	96,2 100,0	3,8 —	75,4 32,5	5,9 2,3
30 juli.	N:o 6. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand Bleisand.	0,7	99,3	79,8	20,2	158,3	15,2
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	9,8 9,0	90,2 91,0	88,4 100,0	11,6 —	138,4 40,9	11,0 2,6
	N:o 7. Under tall med föryngring. Under Kiefer mit Verjüngung.	Hvitsand Bleisand.	1,2	98,8	78,6	21,4	135,8	13,2
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	2,5 19,8	97,5 80,2	90,0 99,6	10,0 0,4	90,8 40,2	7,5 2,9
8 augusti.	N:o 8. Under tall med föryngring. Under Kiefer mit Verjüngung.	Hvitsand Bleisand.	3,7	96,3	72,8	27,2	143,7	13,4
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	3,1 35,8	96,9 64,2	80,8 99,6	19,2 0,4	97,8 29,8	8,5 2,0
	N:o 9. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand Bleisand.	1,1	98,9	72,0	28,0	135,6	12,7
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	6,9 1,8	93,1 98,2	75,2 98,8	24,8 1,2	131,6 40,8	11,4 2,9
	N:o 10. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand Bleisand.	0,9	99,1	63,6	36,4	123,2	11,7
		Rödsand						
		Rotbrauner Sand. 45 cm:s djup » » Tiefe	1,2 1,2	98,8 98,8	79,6 90,4	20,4 9,6	97,4 36,6	7,9 2,5

Datum.	Insamlingsplats Einsamlungsstelle	Profvens art. Beschaffenheit der Proben.	Profvet i sin helhet. Gesamtboden.		Finjord. Feinerde.		Fuktighet. Feuchtigkeit.	
			Groff:d Kies	Finjord Feinerde	2-0,2mm.	<0,2mm.	Pr liter Pro Liter gr.	%
8 augusti.	N:o 11. Under tall med föryngring. Unter Kiefer mit Verjüngung.	Hvitsand	0,9	99,1	66,8	33,2	64,9	5,8
		Bleisand.						
		Rödsand	0,7	99,3	82,0	18,0	55,9	4,6
	N:o 12. Ungskog. Kiefernjungholz.	Rotbrauner Sand.	5,1	94,9	98,4	1,6	18,9	1,3
		45 cm:s djup						
		» » Tiefe						
	N:o 13. Ungskog. Kiefernjungholz.	Hvitsand	6,9	93,1	64,4	35,6	35,0	2,9
		Bleisand.	4,7	95,3	87,2	12,8	28,0	2,0
		Rödsand	1,7	98,3	99,2	0,8	18,4	1,2
13 augusti.	N:o 14. Ungskog. Kiefernjungholz.	Rotbrauner Sand.	4,6	95,4	65,2	34,8	32,2	2,7
		45 cm:s djup	—	100,0	78,8	21,2	66,6	6,6
		» » Tiefe	0,4	99,6	99,2	0,8	16,7	1,2
	N:o 15. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand	8,7	91,3	74,8	25,2	43,7	3,6
		Bleisand.	2,9	97,1	82,0	18,0	47,2	3,7
		Rödsand	1,5	98,5	99,6	0,4	20,9	1,4
	N:o 16. Ungskog. Kiefernjungholz.	Rotbrauner Sand.	2,8	97,2	65,6	34,4	189,8	15,2
		45 cm:s djup	6,8	93,2	76,4	23,6	114,3	9,6
		» » Tiefe	39,6	60,4	99,6	0,4	32,8	2,1
	N:o 17. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Hvitsand	1,4	98,6	26,0	74,0	75,3	6,9
		Bleisand.	9,0	91,0	53,4	46,6	63,4	5,2
		Rödsand	4,0	96,0	92,0	7,6	20,4	1,4
15 augusti.	N:o 18. Under tall med svag föryngring. Unter Kiefer mit spär- licher Verjüngung.	Rotbrauner Sand.	6,3	93,7	75,6	24,4	135,8	11,7
		45 cm:s djup	1,9	98,1	83,2	16,8	84,3	6,6
		» » Tiefe	0,2	99,8	94,0	6,0	34,9	2,5
	N:o 19. Under tall med rik föryngring. Unter Kiefer mit reich- licher Verjüngung.	Hvitsand	4,3	95,7	67,2	32,8	80,1	7,3
		Bleisand.	8,6	91,4	85,2	14,8	48,8	3,9
		Rödsand	11,3	88,7	99,2	0,8	31,4	2,1
	N:o 20. Obevuxet fält. Kahles Feld.	Rotbrauner Sand.	4,3	95,7	57,8	48,2	51,4	4,5
		45 cm:s djup	3,6	96,4	72,6	27,4	58,7	4,9
		» » Tiefe	4,3	95,7	79,5	20,5	51,1	3,2

N:o 13. **Tabell öfver fuktighetsundersökningar aug., okt. 1910.**

Tabelle über Wasserbestimmungen im Boden Aug., Okt. 1910.

Datum.	Insamlingsplats. Einsamlungs- stelle.	Profvets art. Beschaffenheit der Proben.	Profvet i sin helhet. Gesamtboden.		Finjord. Feinerde.		Fuktighet. Feuchtigkeit.	
			Grofsand. Kies.	Finjord. Feinerde.	2—0,2mm.	<0,2 mm.	Pr liter. ProLiter gr.	%
4 augusti	Obevuxet fält Kahles Feld.	Hvitsand	4,4	95,6	71,7	28,3	163,4	14,7
		Bleisand.						
		Rödsand	4,3	95,7	84,0	16,0	119,1	9,7
	Ungskog. Kiefernjungholz.	Rotbrauner Sand.						
		45 cm:s djup	1,9	98,1	81,7	18,3	79,1	5,4
		» » Tiefe.						
9 oktober	Obevuxet fält Kahles Feld.	Hvitsand	3,9	96,1	75,4	24,6	—	16,7
		Bleisand.						
		Rödsand	10,6	89,4	80,4	19,6	—	11,1
	Under tall Unter einer frei- stehenden Kiefer.	Rotbrauner Sand.	8,2	91,8	99,2	0,8	—	2,3
		45 cm:s djup						
		» » Tiefe.						
	Ungskog Kiefernjungholz.	Hvitsand	7,2	92,8	84,6	15,4	—	2,66
		Bleisand.	11,1	88,9	84,1	15,9	—	6,3
		Rödsand	0,8	99,2	85,0	15,0	—	5,6
	Ungskog Kiefernjungholz.	Rotbrauner Sand.	1,8	98,2	60,2	39,8	—	23,7
		45 cm:s djup	17,7	82,3	58,8	41,2	—	15,3
		» » Tiefe.	38,2	61,8	83,4	16,6	—	4,4
Ungskog Kiefernjungholz.	Ungskog Kiefernjungholz.	Hvitsand	0,3	99,7	79,2	20,8	—	20,4
		Bleisand.	3,7	96,3	93,0	7,0	—	8,4
		Rödsand	0,7	99,3	94,6	5,4	—	4,0

N:o 14. **Observationer öfver humustäckets fuktighet.**

Beobachtungen über die Feuchtigkeit der Humusdecke.

Datum.	Obevuxet fält Kahles Feld.	Under tall Unter freistehenden Kiefern.
30 juli	35,6 %	38,7 %
9 aug.	14,5 »	19,5 »
17 aug.	15,1 »	25,9 »
	5,5 »	20,9 »
		26,7 »

RESUMÉ.

Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden.

I.

Die Kiefernheiden gehören zu den charakteristischsten Pflanzengesellschaften der nordischen Waldvegetation. Der Bestand ist in der Regel sehr licht, die Kronen dünn, obgleich die Nadeln mehrere Jahre an den Zweigen sitzen bleiben. Der Boden ist von einer weissgrauen Renntierflechtenvegetation überzogen. Reiser, wie *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea* und *Empetrum nigrum* kommen allgemein vor, bilden aber sehr selten eine zusammenhängende Bodendecke. Kräuter und Gräser sind spärlich, auch Sträucher und Moose spielen eine sehr untergeordnete Rolle.

Wenn die Kiefernheiden durch Hieb sehr licht geworden sind, wird die natürliche Verjüngung in höchstem Grade erschwert. Entwicklungsfähige Pflanzen findet man dann hauptsächlich unter den auf dem Kahlfeld nach dem Hieb liegenden gebliebenen Kiefernzöpfen, wo die jungen Pflanzen oft sehr dicht stehen, sowie in der Nähe und unter der Krone anderer Bäume. Kiefernplänzchen kommen jedoch reichlich vor, die meisten sind aber nicht entwicklungsfähig. Die nordischen Forstleute haben diese langsame und eigentümliche Verjüngung verschieden erklärt, ohne jedoch zu einem endgiltigen Resultat zu gelangen.

A. G. BLOMQUIST, der bekannte Altmeister der finnländischen Waldwirtschaft, war der Meinung, dass die dichte Flechtendecke die Samen daran verhindere, in den Boden zu gelangen. Auch HOLMERZ und ÖRTENBLAD glauben, dass die lebende Bodendecke eine Rolle spiele, meinen aber, dass ein anderer Faktor von grosser Bedeutung sei. Im Frühling bildet sich nämlich im Norden eine dicke und harte Kruste auf dem Schnee, schwedisch *Skare*, in deutschen Mundarten *Harsch* genannt, in der die Kiefernplänzchen oft einfrieren. Wenn der Schnee schmilzt, sinkt diese Kruste, was gleichzeitig auf weiten Strecken ganz plötzlich eintreffen kann. Hierbei werden die Plänzchen beschädigt, und zwar oft so stark, dass sie nicht mehr entwicklungsfähig sind. Dagegen schützen die auf dem Boden liegenden Kiefernzöpfe welche durch ihre Zweige die sinkende Schneekruste zerbrechen. Diese Verfasser meinen auch, wie später LUNDSTRÖM, dass die Dürre des Bodens eine wichtige Rolle spiele. Andere Autoren schieben die Schuld auf die Rentiere, die beim Weiden im Winter zahlreiche junge Plänzchen durch Scharren mit den Klauen oder durch Fegen des Geweihs zerstören.

Man hat also mehrere verschiedene Ursachen angeführt, die alle eine Rolle spielen können, eine befriedigende Erklärung hat man aber noch nicht

erhalten. Man hat nämlich gefunden, dass die Verjüngung auch auf denjenigen Kiefernheiden sehr langsam verläuft, die von keinen Renttieren mehr abgeweidet werden. Wenn die Pflanzen kräftig sind, werden sie nicht von der sinkenden Schneekruste beschädigt, einige Zweige können allerdings abbrechen, aber die Pflänzchen selbst wachsen munter weiter. In Norrland ist schliesslich die Bodenvegetation so arm, dass man sie schwerlich als ein Hindernis für die Verjüngung ansprechen kann, und auch die Flechtenvegetation ist selten so dicht und üppig, dass die Samen nicht in die Erde gelangen können. Die wichtigste Ursache muss also eine andere sein und liegt wahrscheinlich in der Beschaffenheit des Bodens, Es gilt daher diese zu untersuchen. Da nun die Natur der Kiefernheiden in grossen Gebieten sehr gleichförmig ist, wirken wahrscheinlich überall dieselben Faktoren. Die Schlüsse, die man aus den genauen Untersuchungen typischer Kiefernheiden ziehen kann, sind daher ohne Zweifel allgemeingültig. Verf. hat daher auf typischen Kiefernheiden den Boden in seiner Beziehung zur Verjüngung näher untersucht. Diese Untersuchungen sind zwar noch nicht abgeschlossen; die bisherigen Resultate sind jedoch schon der Art, dass sie von Interesse sein können.

Das erste dieser Versuchsfelder liegt bei Fagerheden, Revier Piteå, Län Norrbotten. Diese Kiefernheide wächst auf einer fluvio-glazialen Randterrasse, die allmählich in post-glazialen Flusssand übergeht. Der Wald wurde vor 50 à 60 Jahren stark geschlagen, und nur spärliche, in der Regel schwache Bäume wurden stehen gelassen. In den ersten Jahren nach der Abholzung wurde die Heide oft von Renttieren besucht, in den letzten 20 Jahren sind diese Tiere aber nicht mehr da gewesen. Trotzdem erfolgt die Verjüngung sehr langsam, entwicklungsfähige Pflänzchen findet man hauptsächlich nur unter den Kronen der vereinzelter Kiefern und Fichten oder in ihrer nächsten Umgebung. Auf den Kahlfeldern zwischen den Bäumen kommen jedoch Kiefernplänzchen sehr reichlich vor, wie fünf, je 1 Ar grosse Probeflächen zeigen (Tabelle Seite 35). Im ganzen dürfte man die Zahl der nicht entwicklungsfähigen Pflänzchen auf etwa 40 000 pro Hektar berechnen können. (Siehe auch Fig. 2 und 3.) Vereinzelte Pflänzchen können sich jedoch auch auf den kahlen Flächen entwickeln, anfangs ist ihr Wachstum ein sehr langsames, aber wenn sie Manneshöhe erreicht haben, geht die Entwicklung sehr rasch von statten. Die Bodenvegetation dieser kahlen Flächen ergibt sich aus den Listen Seite 37.

Die Figuren No. 4—7 illustrieren die interessante Tatsache, dass die Kiefernplänzchen unter den Kronen der alten Bäume und in ihrer Nähe oft vorzüglich wachsen, während sie in grosser Anzahl auf den Kahlfeldern zu Grunde gehen. Ihr Wachstum ist am besten auf der Südseite des Baumes, auf der Nordseite verkümmern sie oft. Kiefern vertragen unter den alten Baumkronen keine grössere Beschattung. Nach Lichtmessungen mittels der Wiesnerschen Methode wachsen die Pflanzen noch schnell bei einer Abschwächung bis auf $\frac{1}{3}$ des gesamten Tageslichtes, bei $\frac{1}{5}$ verlangsamt sich das Wachstum und bei $\frac{1}{8}$ sind die Pflanzen völlig unterdrückt. Wenn der alte Baum abgehauen wird, kann sich die Kiefernplänzchengruppe zu einem schönen kleinen Bestande entwickeln.

Verf. lässt sich nun auf keine nähere Erklärung dieser eigentümlichen Verjüngungsweise ein, erwähnt aber, dass er ähnliche Erscheinungen auf schwe-

dischen Callunaheiden gesehen hat. Von den jütländischen Heiden haben die Dänen oft nachgewiesen, dass in den Fichtenkulturen oft einzelne Bäume besser gedeihen als die übrigen. Ringsum die mehr raschwüchsigen Fichten zeigen die anderen Bäume oft ein besseres Wachstum als die Kultur im ganzen, infolgedessen auf den Heiden kleine Waldinseln entstehen.

Auf zwei Parteien des Versuchsfeldes hat sich der Wald gut verjüngt, nämlich da, wo der ehemalige Bestand vor 50 Jahren abgebrannt war (Fig. 8) und in der Nähe des kleinen Flusses Rokån, der das Versuchsfeld durchschneidet. Um die Ursachen der Verjüngungsschwierigkeiten näher festzustellen hat Verf. verschiedene Untersuchungen über die Beschaffenheit des Bodens angestellt, und zwar auf den Kahlfeldern, in den Jungholzbeständen und unter den Bäumen, in deren Nähe die Kiefernplänzchen gut gedeihen. Die Fragen, auf die sich Untersuchungen gerichtet haben, sind folgende:

- 1) die Feuchtigkeit und ihre Verteilung im Heideboden, ihre Bedeutung für die Verjüngung und das Wachstum des Waldes;
- 2) der mineralische Nährstoffgehalt des Bodens und seine Bedeutung für die Verjüngung;
- 3) die Beschaffenheit der Humusdecke an verschiedenen Punkten.

Von diesen drei Fragen ist die erste bisher am vollständigsten studiert worden.

Um näher zu bestimmen, wie tief die Feuchtigkeitsuntersuchungen zu betrieben seien, wurde zuerst das Wurzelsystem der Kiefern des Versuchsfeldes näher studiert. Hierbei ergab es sich, dass die Kiefern ausgesprochene Flachwurzeln besaßen, was im Nordschweden sehr oft der Fall ist. Die Hauptwurzel krümmt sich bald und kriecht dann sehr weite Strecken in horizontaler Richtung weiter. Die meisten Wurzeln werden in den Bleisand- und Rotsandschichten angetroffen, einzelne gehen bis in die Tiefe von 45—50 cm nur sehr wenige bis zu 75—90 cm unter der Bodenfläche. Die Ursache der flachen Bewurzelung liegt nicht in ungenügender Durchlüftung des Bodens, sondern wahrscheinlich in der Verteilung von Temperatur und Feuchtigkeit, in welchen Hinsichten die obersten Bodenschichten günstiger gestellt sind. Wegen der Lage der Wurzeln im Boden haben die Untersuchungen im allgemeinen nicht tiefer als bis auf 45—50 cm zu gehen brauchen, nur in vereinzelten Fällen erstreckten sie sich 75—90 cm tief.

Das Bodenprofil hat folgendes Aussehen. Zu oberst liegt eine von dem unterliegenden Sande, scharf abgegrenzte Humusschicht, die auf den kahlen Feldern kaum 1 cm dick ist, unter den vereinzelten Bäumen und in den Jungholzbeständen aber eine Mächtigkeit von 5—8 cm erreichen kann. Der Bleisand, der eine sehr weisse Farbe hat, wechselt an Mächtigkeit von 2—3 bis zu im Durchschnitt 7—8 cm, kann aber zuweilen eine Mächtigkeit von 15 cm erreichen. Der rotbraune Sand ist 8—15 cm mächtig, zuweilen ortsteinähnlich, geht allmählich in den unverwitterten Sand über, den man in einer Tiefe von 35 cm antrifft.

Im Anschluss an die Untersuchungen über die Verteilung der Feuchtigkeit des Bodens wurde eine nähere mechanische und physikalische Analyse des Sandes gemacht, hauptsächlich um seine Wasserkapazität näher kennen

¹ Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. II. Aufl., Berlin 1903, S. 162.

zu lernen. Die Resultate dieser Analyse sind in die Tabellen No. 1—8 eingetragen.

Die mechanischen Analysen sind nach den von ATTERBERG ausgearbeiteten Methoden und mit den von ihm konstruierten Apparaten ausgeführt; bei der Bestimmung der höchsten Wasserkapazität wurde der von WAHNSCHAFTE¹ beschriebene Apparat benutzt. Die kleinste Wasserkapazität wurde dadurch bestimmt, dass in den Boden ein starker Blechzylinder getrieben wurde; in diesen wurde Wasser gegossen und dann wurde nach einigen Stunden die Feuchtigkeit durch Wägen und Trocknen bestimmt. Die Porosität des Bodens wurde mittels des von RAMANN erfundenen Apparates studiert. Die Bestimmungen beziehen sich also auf Boden in natürlicher Lagerung.

Die Hauptresultate der mechanischen und physikalischen Analyse des Sandes lassen sich folgendermassen zusammenfassen. Da die Tabellen auch mit deutschem Text versehen sind, dürften auch die des Schwedischen unkundigen Leser die Einzelheiten der Tabellen studieren können.

- 1) *Die Verwitterung des Sandes erstreckt sich bis zu einer Tiefe von 25—35 cm.*
- 2) *Die von der Verwitterung angegriffenen Sandschichten sind bedeutend reicher an Mehlsand und Lehm als die übrigen.*
- 3) *Die Porosität ist am grössten in den obersten, verwitterten, weit geringer in den tieferen, unverwitterten Bodenschichten.*
- 4) *Die obersten Sandschichten enthalten Humus, die tieferen aber keinen.*
- 5) *Die obersten Sandschichten können wegen dieser Eigenschaften weit besser die Niederschläge aufnehmen und aufbewahren, als die unteren.*
- 6) *Fernere Beobachtungen haben gezeigt, dass dies nichts Eigentümliches für das Versuchsfeld ist, sondern dass dieser Unterschied zwischen den obersten und den untersten Sandschichten in den norrländischen Kiefernheiden die Regel ist.*

Die Feuchtigkeitsbestimmungen fanden in der Weise statt, dass mit dem RAMANNSchen Apparat genau ein Liter Sand aus dem Boden in natürlicher Lagerung genommen wurde. Der Sand wurde gewogen, an der Luft getrocknet und dann wieder gewogen, der Unterschied der Wägungen ergab dann den Wassergehalt. In den Tabellen 11—13 sind diese Beobachtungen zusammengestellt. Die Feuchtigkeit ist angegeben teils in Gramm Wasser pro Liter Boden, teils in Prozent des getrockneten Sandes. Jede Bodenprobe wurde einer mechanischen Bodenanalyse unterworfen und die Feinerde in zwei Körnergrössengruppen, über und unter 0.2 mm geteilt, was nach ATTERBERG die Grenze zwischen wasserdurchlässigem und wasserbehaltendem Sand bildet. Die Feuchtigkeit wurde in drei verschiedenen Sommern bestimmt. Von diesen war der Sommer 1906 anfang August ziemlich trocken, in der Hauptsache aber normal. Im Sommer 1908 war der August sehr trocken und ungewöhnlich heiss, die Niederschläge des ganzen Monats betrugen nicht mehr als 18.9 mm, wovon das meiste am Ende des Monats fiel. Sowohl die Äcker als auch die natürliche Vegetation litten sehr durch die Trockenheit. Viele der grossen norrländischen Myrar (Moöre) waren ausgetrocknet, sodass man hätte glauben können, dass sie künstlich durch Drainierung entwässert worden wären; die *Sphagneen* waren bleich und verschrumpft und viele Wasserpflanzen, die in den Tümpeln der Myrar leben, lagen erschlaft auf den dünnen Boden. In der Umgegend des Versuchsfeldes herrschte also im August 1908 eine wahre Dürpperiode. Der Sommer und der Herbst 1909, in denen auch einige Beobachtungen gemacht wurden, waren dagegen sehr feucht.